# Der Elektrolytgehalt von $Na^+$ und $Cl^-$ im Serum sowie die Ausscheidung von $Na^+$ und $Cl^-$ im Urin in Abhängigkeit vom Wettergeschehen

Peter Jaensch

1972

DISSERTATIONS – und FOTODRUCK FRANK oHG
8000 München 2 · Gabelsbergerstr. 15 · Tel.: 2 80 90 90

Aus der chirurgischen Abteilung(Chefarzt Prof.Dr.F.Schedel)
des Städtischen Krankenhauses Passau(Ärztlicher Direktor
Prof.Dr.F.Schedel)

# Der Elektrolytgehalt von $Na^+$ und $Cl^-$ im Serum sowie die Ausscheidung von $Na^+$ und $Cl^-$ im Urin in Abhängigkeit vom Wettergeschehen

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde in der Zahnheilkunde
verfaßt und
einer Hohen Medizinischen Fakultät
der Ludwigs-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von
Peter Jaensch
aus München

München 1972

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät der
Universität München

| | |
|---|---|
| Berichterstatter: | Prof.Dr.F.Schedel |
| Coreferent: | Prof.Dr.Zenker |
| Dekan: | Prof.Dr.Spann |
| Tag der mündlichen Prüfung: | 18.I.1972 |

Inhaltsverzeichnis


| | S. |
|---|---|
| Mensch und Wetter, allgemeiner Überblick | 1 |
| Biotropie des Wetters | 3 |
| Verteilung von $Na^+$ und $Cl^-$ | 5 |
| Bedeutung der Niere für die $Na^+$-Ausscheidung | 7 |
| Anatomische Vorbemerkung | 7 |
| Regulation | 8 |
| Die Bad Tölzer Arbeitsmethode | 12 |
| Einteilung der Wetterphasen | 14 |
| Biologische Wertigkeit der Wetterphasen | 17 |
| Allgemeines über die Statistik | 2o |
| Statistische Analyse | 2o |
| Methode und Versuchsplanung | 21 |
| Arbeitsmethode | 23 |
| Auswahl des Patientengutes | 24 |
| Formulierung der Hypothese | 26 |
| Wahl des Tests | 27 |
| Auswertungsverfahren | 28 |
| Varianzanalyse | 36 |
| Ergebnisse | 38 |
| Konfidenzintervalltest | 48 |
| Auswertung der Ergebnisse | 58 |
| Diskussion | 62 |
| Literatur | 65 |
| Anhang | 68 |

Mensch und Wetter - allgemeiner Überblick

Zwischen dem Wettergeschehen und dem Wohlbefinden des Menschen bestehen enge Zusammenhänge,die aber wegen ihrer Komplexität schwer zu ergründen sind und bis heute noch nicht völlig geklärt werden konnten.Schwere prä -intra-und postoperative Kreislaufschwächen,erhebliche Schmerzen in Amputationsstümpfen,nur schwer zu beherrschende Unruhezustände bei der Schlaftherapie sind nur einige klinische Beobachtungen,die in Verbindung mit dem Wettergeschehen gebracht werden.

In früher Zeit hatte schon Hippokrates den Einfluß des Wetters auf den Organismus erkannt und dies in seiner Schrift "Über Wasser,Luft und Boden" niedergelegt. Pasteur und Pettenkofer stellten Untersuchungen an über das Klima und die Ausbreitung von Seuchen.Als erster hat de Rudder(19) systematisch die Lehren der neuzeitlichen Meteorologie in Beziehung zu medizinischen Untersuchungen gebracht.Er stellte z.B. eine Statistik der Saisonkrankheiten zusammen.In den letzten 30 Jahren wurden viele Einzelerkenntnisse über das Verhalten des Organismus auf Änderungen der meteorologischen Elemente erworben. Fladung( 7 ) konnte an Hand von 100 Fällen zeigen,daß der plötzliche Herztod bei störungsfreiem Wetter selten auftrat.Bei Wetterstörungen dagegen,"labilem Aufgleiten, Warmfront und Aufgleiten,Kaltfront mit Turbulenz" trat er gehäuft auf.

Teng,H.C. und H.E.Heyer brachten den Nachweis,daß bei Kaltlufteinbrüchen doppelt soviel Infarkte auftraten als

bei stabiler Wetterlage.( 23 )

Auch Brezowsky( 5 ) fand einen überzufälligen Anstieg der Herzinfarkte bei Zufuhr fremder Luftkörper und einer damit verbundenen Störung der 24-stündigen meteorologischen Periodik.

Ein Einfluß des Wettergeschehens bei Asthmaanfällen, Herz-und Kreislaufstörungen kann nach Baur ( 1 ) als statistisch gesichert angesehen werden.

Beisel,W.R.,R.F.Goldman und J.O.Joy ( 2 ) untersuchten 1968 systematisch das Verhalten des Elektrolyt-und Hormonstoffwechsels an 8 Freiwilligen.Unter einer 24-stündigen Wärmebelastung von 35°C Lufttemperatur und 9o% relativer Feuchte stieg die Rectaltemperatur langsam an und stabilisierte sich in den letzten 6 Stunden auf einen Wert von 39,4°C. Im Urin wurde eine vermehrte Ausscheidung von NNR-Hormonen und eine erheblich verminderte Ausscheidung von Natrium und Chlorid festgestellt.Ein Konzentrationsabfall von $Na^{+}$,$Ca^{++}$, $K^{+}$,$Mg^{++}$,$Cl^{-}$ und Phosphat war im Serum zu verzeichnen.

Auf Angaben weiterer Forschungsergebnisse möchte ich verzichten,da sie wiederholt in anderen Arbeiten angegeben wurden.(z.B. de Rudder ( 19),Katz ( 11 ) und Wolf( 25 ).

Biotropie des Wetters

Man nimmt an,daß über das autonome Nervensystem,die Hypophyse und das Zwischenhirn Einflüsse des Wettergeschehens auf den Organismus übertragen werden.Welche Wetterfaktoren für die Biotropie verantwortlich sind, beschrieb Pfleiderer 1940 ( 17). Er teilte das Wetter in 5 Wirkungskomplexe ein,in einen thermischen,hygrischen, photoaktinischen,luftchemischen und elektrischen.
Der thermische und hygrische Wirkungskomplex wurde von Ungeheuer 1956 unter dem Begriff Temperatur-Feuchte-Milieu zusammengefaßt und gilt als stärkster biotroper Reiz.Lufttemperatur,Wärmestrahlung,Windgeschwindigkeit und Luftfeuchtigkeit beeinträchtigen in starkem Maße die Wärmeregulation,das Herz-Kreislaufsystem,die Haut-Muskeldurchblutung und das vegetative Nervensystem.
Bei dem photoaktinischen Wirkungskomplex übt neben der direkten Sonneneinstrahlung auch die diffuse Himmelstrahlung einen wesentlichen Einfluß auf den Organismus aus.Vor allem im kurzwelligen Bereich sind die Impulse zu suchen,die im menschlichen Organismus Veränderungen induzieren.Unter anderem sind hier die Pigmentbildung der Haut,die Vitamin-D-Synthese und die Histaminentstehung zu nennen.
Die chemische Zusammensetzung der Luft ist ein nicht zu unterschätzender Faktor.Änderungen des Partialdruckes der einzelnen Gase,die Aerosole(alle schwebefähigen Luftbeimengungen),die Luftverschmutzung durch Industrieabgase und die radioaktive Verseuchung bilden den chemischen

Wirkungskomplex.

Zum Schluß sei noch der elektrische Wirkungskomplex angeführt,zu dem Maurer bemerkt:"Er entsteht durch die Spannung zwischen der negativen Erdoberfläche und der positiven Atmosphäre mit tages-und jahreszeitlichen Schwankungen der Feld-und Stromstärke.Durch raschen Wechsel des elektromagnetischen Feldes kommt es zur Emission elektromagnetischer Wellen,unter denen die Infralangwellen eine biologisch besonders wirksame Stellung einnehmen(Reiter,1960).An den Grenzschichten zweier Luftkörper finden sich verschiedene Raumladungen, die durch hohe elektrische Spannungen ebenfalls zur Erzeugung elektromagnetischer Wellen mit Wirkung auf den Organismus(Kunze,1938) beitragen.Im Gefolge solarer Eruptionen treten meßbare Elektroneninvasionen der Erdhülle auf,die besonders durch kurzwellige Strahlung auf den Organismus einwirken(Düll,1938).Aus Änderungen der Leitfähigkeit der Haut,ihres Gleichstromwiderstands und ihres Kapillarbildes bei Wetterschwankungen schloß Dorno(1931),daß durch den Empfang elektromagnetischer Wellen die sensiblen Hautnerven erregt werden und hierauf das vegetative Nervensystem anspricht."(Maurer 16 )

## Die Verteilung von $Na^+$ und $Cl^-$

Das Gesamtkörpernatrium verteilt sich auf extracelluläre und intracelluläre Flüssigkeit und auf den Knochen. Im Knochen finden sich 44% Natrium und in der extracellulären Flüssigkeit 53,5% Natrium. Der intracelluläre Anteil ist sehr gering, er beträgt nur 2,5%. Beim $Cl^-$ dagegen liegt der intracelluläre Anteil um ein mehrfaches höher. Außerdem ist $Cl^-$ in der extracellulären Flüssigkeit reichlich vorhanden. Weiterhin findet es sich in Blutzellen, den Zellen der Magenschleimhaut und zu minimalen Anteilen im Skelettmuskel und Bindegewebe. (Boylan, Deetjen, Kramer, 3)

Die extracelluläre Flüssigkeit setzt sich vor allem aus $Na^+$ und den entsprechenden Anionen zusammen. Daher wird auch von ihnen der effektive osmotische Druck bestimmt. Als Anionen stehen Chlorid und Bicarbonat im Vordergrund und als führender Vertreter der Kationen gilt das $Na^+$, da es in der höchsten Konzentration vorliegt. Die Bedeutung des Natriums ist hauptsächlich darin zu sehen, daß es als einziger Elektrolyt den effektiven osmotischen Druck verändern kann. Wird die $Na^+$-Konzentration erhöht bzw. erniedrigt, so können die anderen Kationen (K, Ca, Mg), da sie in wesentlich geringerer Konzentration vorliegen, keinen kompensatorischen Ausgleich bewirken und die Anionen müssen der Na-Veränderung im gleichen Maße folgen, da die Elektronenneutralität gewahrt werden muß. Schwankungen innerhalb der Anionenkonzentration dagegen werden stets kompensatorisch ausgeglichen; fällt der $Cl^-$-Gehalt, so wird

automatisch der Bicarbonatgehalt erhöht und somit die Anionenkonzentration konstant gehalten. Dieser Mechanismus ist allerdings noch nicht exakt erforscht, die Niere dürfte jedoch eine wesentliche Rolle spielen.

Aus diesen Beobachtungen wird die führende Rolle des $Na^+$ und sein Einfluß auf den effektiven osmotischen Druck sehr deutlich. Man hat $Na^+$ daher auch als "hydropigen" im Gegensatz zum $Cl^-$ bezeichnet. (Schwab 22)

Die nachfolgende Tabelle gibt einen Überblick über den täglichen Bedarf, die übliche Einnahme und die durchschnittliche Ausscheidung von $Na^+$ und $Cl^-$. (Geigy 9)

| | | | Durchschnittl. Ausscheidung | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Mindestbedarf mval/Tag | übliche Einnahme mval/Tag | bei Einnahme von mval/Tag | Harn | Fäzes | Schweiß |
| | | | | mval/Tag | | |
| Natrium | | | | | | |
| Erwachsene | 2o | 5o-25o | 1oo | 97 | 3 | o-(1o) |
| pro $m^2$ Oberfläche | 12 | 29-145 | | | | |
| pro kg Körpergew. | o,3 | o,7-3,6 | | | | |
| Chlorid | | | | | | |
| Erwachsene | 2o | 5o-25o | 1oo | 97 | 3 | o-(1o) |
| pro $m^2$ Oberfläche | 12 | 29-145 | | | | |
| pro kg Körpergew. | o,3 | o,7-3,6 | | | | |

Im Serum beträgt der Mittelwert bei $Na^+$ 144,5 mval/l und bei $Cl^-$ beträgt er 1o2,7 mval/l.

Die Bedeutung der Niere für die $Na^+$-Ausscheidung

1) Anatomische Vorbemerkung

Das Nephron, von dem jede Niere ca 1,2 Millionen besitzt,ist die kleinste funktionelle Einheit der Niere. Es besteht aus dem Glomerulum,dem proximalen und distalen Tubulus und der Henleschen Schleife,sowie den Sammelröhrchen.Die Sammelröhrchen,die sich zu mehreren zusammenschließen,münden als größere Sammelrohre in das Nierenbecken ein.Das Glomerulum ist in die Bowmannsche Kapsel eingestülpt und befindet sich genauso wie der proximale Tubulus im Rindenteil der Niere.Die Henlesche Schleife,die beide Tubuli miteinander verbindet,ist verschieden lang und unterschiedlich dick.Je tiefer das Nephron in dem Rindenanteil der Niere liegt,umso länger und dünner sind die Schenkelanteile der Henleschen Schleife.

Die Hauptaufgabe der Niere besteht in der Kontrolle der extracellulären Flüssigkeit.Dies erfolgt mit Hilfe von Filtrationsvorgängen und aktiven und passiven Transportprozessen in Form der Rückresorption und Sekretion.Für die Filtration sind die Glomeruluskapillaren verantwortlich. Sie bestehen aus drei Schichten:einem porenhaltigen Endothel,der Basalmembran und einem sternförmigen Epithel mit Zwischenaussparungen.Die proximalen und distalen Tubuli sind dagegen mit hochdifferenzierten kubischen Zellen ausgestattet.Hier erfolgen die Sekretion und Rückresorption sowie die passive Diffusion,um das Glomerulumfiltrat in den endgültigen Harn umzuwandeln.Hieran sind

jedoch auch die Sammelrohre und die Henlesche Schleife, die nach früheren Ansichten nur dem Abfluß dienen sollten, beteiligt.

Die Nervenversorgung ist reir sympathisch und entstammt den Ästen der Plexus coeliacus,aorticus und hypogastricus sowie dem N.splanchnicus minor und dem lumbalen Grenzstrang.Vom Nierenhilus aus werden die Gefäße vom Plexus renalis begleitet.Die Gefäßwände werden wesentlich dichter innerviert als die Glomeruli und Tubuli.(Kleinschmidt 12 )

2) Regulation

Die renale $Na^+$-Ausscheidung wird durch die tubuläre Rückresorption reguliert und nicht durch Veränderungen des Glomerulumfiltrats.Das Glomerulumfiltrat liefert den Primärharn,der anschließend vor allem in den Tubuli in seiner Menge und Konzentration verändert wird.7/8 der Rückresorption erfolgen im proximalen Tubulusabschnitt und nur 1/8 in den distalen Tubuli und den Sammelrohren. Eine Veränderung der $Na^+$-Ausscheidung kann von folgenden Faktoren abhängig sein:

1) Das Tubulusepithel muß voll funktionstüchtig sein, damit eine einwandfreie Rückresorption gewährleistet werden kann.Liegt hier eine Störung,z.B. in Form eines pathologischen Prozesses vor,so muß eine erhöhte $Na^+$-Ausscheidung die Folge sein.

2) Der hormonelle Einfluß,vor allem der der NNR ist sehr groß.Hierbei stützt man sich jedoch vor allem auf klinische und pathophysiologische Beobachtungen,da die Grundmechanismen noch nicht restlos geklärt sind.Man kann vorerst

nur soviel sagen,daß bestimmte Hormone,besonders diejenigen der Nebennierenrinde,für die funktionelle Leistungsfähigkeit der Tubulusepithelien erforderlich sind und somit die für die $Na^+$-Rückresorption verantwortlichen Basismechanismen beeinflussen,ohne selbst der regulierende Faktor zu sein(nach Ingle "permessive action"(zit. nach Schwab)).Im folgenden seien die vermeintlichen Hormonwirkungen kurz aufgezählt:

Cortisol soll die ausreichende Rückresorption von $Na^+$und $Cl^-$ bewirken,

Aldosteron soll den Austausch von $Na^+$gegen $H^+$beeinflussen,

Corticosteron soll für den Austausch von $Na^+$ gegen Kalium verantwortlich sein.

Neben diesen NNR-Hormonen sei noch das NNM-Hormon erwähnt.Es soll,wie im Experiment durch i.v.Infusion von l-Noradrenalin,l-Adrenalin und Adrenalin gezeigt werden konnte,(Smithe,Nickel und Bradley,zit.nach Schwab) die $Na^+$-$K^+$-Ausscheidung vermindern,wahrscheinlich durch eine verstärkte Rückresorption.

3) Als weitere Einflüsse sind die centralnervösen zu nennen.Wise(zit.nach Schwab) verursachte im Hundeversuch durch Reizung caudaler Gebiete des 4.Ventrikels eine vermehrte Na,Cl,K,$H_2O$-Ausscheidung.Bei Patienten,die durch verschiedene cerebrale Erkrankungen(diff.Encephalitis, bulbäre Poliomyelitis,Gefäßleiden des Gehirns oder Tumoren im 4.Ventrikel) an starker Salzverarmung litten,konnte der starke Salzverlust nur durch tägliche hohe Gaben von Salz gebessert werden.Welt und Mitarbeiter(zit.nach Schwab[22] )

vermuten daher,daß es bei Läsionen zentraler Integrationsgebiete zu einer Schädigung der $Na^+$-Rückresorption im proximalen Tubulusabschnitt kommt.

4) Nervöse Einflüsse bewirken keine Veränderungen.(Harth und Kreienberg [1o] )

5) In Versuchen von Welt und Orloff(zit.nach Schwab[22] ) konnte durch hyperonkotische Albuminlösung,die eine Vermehrung der intravasalen Flüssigkeit und eine Verminderung der interstitiellen bewirkt,eine Verminderung der $Na^+$-und $Cl^-$-Ausscheidung hervorgerufen werden.Mit hypo-und isoonkotischer Albuminlösung fand man keine Veränderungen.Verringert man die intravasale Flüssigkeit z.B.durch Aderlaß, so nimmt die interstitielle Flüssigkeit ab und die $Na^+$-Ausscheidung wird vermindert.Diese $Na^+$-Abnahme kann also sowohl von der intravasalen als auch von der interstitiellen oder auch von beiden Veränderungen hervorgerufen worden sein.Eine verminderte $Na^+$-Ausscheidung tritt weiterhin auf,wenn die Blutverteilung,die extrazelluläre Flüssigkeit oder das Gesamtkörperwasser herabgesetzt werden.Eine Natriurese wird durch Vermehrung der extrazellulären Flüssigkeit oder durch Vermehrung des Gesamtkörperwassers ausgelöst.Es liegt die Vermutung nahe,daß die $Na^+$-Ausscheidung genauso wie die Wasserausscheidung,von Volumenreceptoren reguliert wird.Während die Lokalisation der Receptoren für die Wasserausscheidung im Bereich des linken Vorhofes nachgewiesen werden konnte,ist die Lokalisation der Receptoren für die $Na^+$-Ausscheidung noch nicht gesichert.Man vermutet sie einerseits im

interstitiellen Raum oberhalb des Thorax.Um eine intrakranielle Lage der Receptoren innerhalb des interstitiellen Raumes abgrenzen zu können, wurden Hundeversuche durchgeführt.Aber weder eine Erhöhung des Hirnvenen-und Liquordruckes noch die Infusion hyperonkotischer Albuminlösung in die a.carotis konnten eine Beeinflussung der $Na^+$-Ausscheidung bewirken.Anderseits nimmt man eine intraarterielle Lage der Receptoren an,da die Antinatriurese oft bei verminderter Füllung des arteriellen Gefäßsystems beobachtet wird wie z.B. bei Blutungen,Orthostase und Venenokklusion.(Schwab 22 )

Die Bad Tölzer Arbeitsmethode

Aufgabe dieser Arbeit ist es,den $Na^+$-und $Cl^-$ -Gehalt im Urin und Serum in Abhängigkeit vom Wettergeschehen zu untersuchen.Dabei muß die Frage geklärt werden, ob das Auftreten von Schwankungen der Elektrolyte $Na^+$ und $Cl^-$ überzufällig mit bestimmt definierbaren atmosphärischen Vorgängen bzw. Gesamtwetterlagen zusammenfällt oder nicht.(de Rudder 19) Ungeheuer unternahm den sehr differenzierten Versuch,einen zahlenmäßigen Ausdruck für die Intensität einer Wetterströmung zu finden.Dabei bildete er aus mehreren laufend am Ort gemessenen meteorologischen Elementen eine Kennziffer des atmosphärischen Harmoniegrades.Das in Bad Tölz von Ungeheuer entwickelte und von Brezowsky erweiterte Schema der Wetterphasen dient als Grundlage dieser Arbeit. Die Tölzer Arbeitsmethode geht davon aus,daß an einem Beobachtungsort das meteorologische Milieu eine rythmische Verlaufsform besitzt,solange das meteorologische Milieu durch die Kräfte der Ein- und Ausstrahlung gesteuert wird. Flohn nennt diese Wettergrundform das " eigenbürtige Wetter".(zit.nach Ungeheuer 24)Treten jedoch Veränderungen auf,die in das örtliche meteorologische Milieu eingreifen, so entsteht das "fremdbürtige Wetter".Dieses kann sowohl durch vertikaladvektiv herangetragene Luftmassen als auch durch horizontaladvektiv herangetragene ausgelöst werden. Dabei wird stets die rythmische Verlaufsform des Wetters durch aperiodische Störungen in Form von Steigerungen oder Dämpfungen beeinträchtigt.Eigen-und fremdbürtiges Wetter stehen sich mit etwa gleichwertiger Wirkungsbreite gegenüber

und zwischen ihnen schwankt das meteorologische Milieu. (Ungeheuer 24 )Hieraus resultieren die zwei Hauptgruppen im Schema der Wetterphasen(WPH).Die WPH 1,2 und 6 beinhalten meteorologische Vorgänge,die alleine auf Grund der Strahlungsvorgänge zustande kommen,ohne daß Luftkörper anderer Eigenschaften zugeführt werden(eigenbürtiges Wetter).Die übrigen WPH enthalten umgekehrt alle diejenigen Vorgänge,die mit der Zufuhr (Advektion) eines Luftkörpers mit anderen Eigenschaften verbunden sind (fremdbürtiges Wetter).(Maurer16 )

Diese mehr qualitative Aussage kann den vielfältigen Anforderungen nicht in ausreichendem Maße gerecht werden. Es muß beachtet werden,daß zur Auswertung stundengenauen biologischen Materials und unter Berücksichtigung der endogenen biologischen Periodik in vielen Fällen die Bestimmung kürzerer Zeiträume als die 24-stündige Bestimmung eines Wetterkollektivs nötig ist.Daher wurde ergänzend ein quantitativer Parameter,die Kombinationsgröße des Temperatur-Feuchte-Milieus,entwickelt.Sie enthält die 24-stündige Änderung der Temperatur und Feuchte am Beobachtungsort.Unter Feuchte wird dabei derjenige Anteil verstanden,der sich unter Berücksichtigung des Tages-Jahresganges ausschließlich auf Grund der zusätzlichen Feuchteänderung durch Advektion ergibt.Beide Änderungswerte können also folgende Form annehmen:

wärmer und trockner als am Vortag = wt,
wärmer und feuchter = wf,
kälter und trockner = kt,
kälter und feuchter = kf.

Der 24-stündige Zeitraum kann je nach den Erfordernissen beliebig unterteilt werden.Die Grundstatistik in Bad Tölz ist seit 1960 auf viermal 6-Stunden-Intervalle aufgebaut(Brezowsky ).

1) Einteilung der Wetterphasen

Wetterphase 1:

"Mittleres Schönwetter",meist im kälteren Bereich von Hochdruckgebieten,wolkig,aber trocken,überwiegend freundlich und zeitweise sonnig.Bei schwacher bis mäßiger Luftbewegung ausgeglichener Gang der meteorologischen Elemente mit mittleren Unterschieden zwischen Tag und Nacht.Häufig dunstig,in der kälteren Jahreszeit Frühnebelbildung.

Wetterphase 2:

"Gesteigertes Schönwetter",heiter,namentlich in der wärmeren Jahreszeit tagsüber leicht bewölkt bis wolkig mit stärkerer Quellwolkenbildung,die am Bergland zu einzelnen schwachen Wärmegewittern führen kann.Lage im warmen Bereich von Hochdruckgebieten.Bei schwacher Luftbewegung häufig leicht dunstig.Ausgeprägter Tagesgang der meteorologischen Elemente,in der wärmeren Jahreszeit bisweilen bereits leichte Schwüle.

Wetterphase 3A:

"Übersteigertes Schönwetter",durch starkes Abgleiten(A) der Luft mit Zufuhr extrem trockner Luft mehr aus vertikaler Richtung.Lage im Kernbereich und an der Westflanke von Hochdruckgebieten bei Annäherung eines Tiefs.Bei schwacher bis mäßiger Luftbewegung in Bodennähe bisweilen dunstig, darüber sehr gute Sicht.Starke Einstrahlung,laufend an-

steigende Tagestemperaturen,Tagesgang der meteorologischen Elemente besonders in der 2.Tageshälfte gestört.

Wetterphase 3F:

"Übersteigertes Schönwetter",durch Gebirgsföhn(F) im Lee eines höheren Gebirgshindernisses zwischen einem Hochdruckgebiet und einem heranziehenden Tief bei allgemeiner Südströmung.Durch absteigende Luftbewegung starke Austrocknung und Erwärmung,bisweilen besonders in höheren Lagen leicht abkühlende Wirkung durch starke und böige Winde.Ausgezeichnete Sichtverhältnisse.Meist starke Einstrahlung,bei fast immer zu warmen Nächten.Tagesgang der meteorologischen Elemente stärker gestört.

Wetterphase 4Ü:

Übergangsbereich(Ü) zu Wetterphase 4(verzögerte Warmluftadvektion),heiter bis wolkig,Temperatur-Feuchte-Milieu häufig warm-feucht,meteorologische Periodik noch vorhanden,teilweise dunstig,im Sommer bisweilen Wärmegewitter,im Herbst und Winter teilweise Frühnebel.

Wetterphase 4:

"Aufkommender Wetterumschlag",an der Vorderseite eines heranziehenden Tiefdruckgebietes mit Zufuhr wärmerer und feuchterer Luft.Allmählich zunehmende Bewölkung in hohen und mittelhohen Schichten,häufig mit auffrischenden Winden um Südwest.Dunstig,im Winter bisweilen Mischungsnebel, nur anfangs Einstrahlung.Bei meist zu warmen Nächten gründliche Störung der Periodik der meteorologischen Elemente.Im weiteren Verlauf Einsetzen von Niederschlägen.

Wetterphase 5:

"Vollzogener Wetterumschlag",mit Durchzug der Kaltfront eines Tiefdruckgebietes.Dahinter in der wärmeren Jahreszeit Abkühlung,in der kälteren Jahreszeit bei Zufuhr maritimer Luftkörper Erwärmung,mindestens vorübergehend Feuchtezunahme,Niederschläge,in der wärmeren Jahreszeit häufig mit Gewittern.Bei mitunter kräftig auffrischenden und rechtsdrehenden Winden meist Sichtbesserung.Tagesgang der meteorologischen Elemente unterdrückt.

Wetterphase 6Z:

"Verzögerte(Z) Wetterberuhigung",häufiges Ausbleiben der Wetterberuhigung nach Durchzug der Kaltfront eines Tiefs und Einfließen hochreichender labiler Kaltluft an seiner Rückseite.Allgemein kühler oder kälter,anfangs feuchter, später allmählich austrocknend.Schauer oder schauerartige Niederschläge,in der wärmeren Jahreszeit vielfach mit Gewittern.Meist starke böige Winde aus Nordwest bis Nordost. Keine oder geringe Einstrahlung,fast immer gute Sicht. Tagesgang der meteorologischen Elemente unterdrückt.

Wetterphase 6:

"Allgemeine Wetterberuhigung",nach Abklingen der Auswirkungen eines Tiefdruckgebietes,Übergang zu Wetterphase 1. In der kälteren Jahreszeit auch Tage mit ruhigem Wetter. An der kalten Ostflanke eines Hochdruckgebietes mit Neigung zu Nebel und Hochnebel.Oberhalb einer Temperaturumkehrschicht zwischen 5oo und 15oo m vielfach heiter und bei guten Sichtverhältnissen mild.Einstrahlung und damit Tagesgang der meteorologischen Elemente bei schwacher

Luftbewegung nur kurzfristig aufkommend.(Katz 11 )
Wegen der verhältnismäßig kleinen Zahl von Tagen wurden in dieser Arbeit die Wetterphasen 1,2 und 6 sowie 5und 6Z zusammengefaßt.

2) Biologische Wertigkeit der Wetterphasen

Die Wetterphasen 1,2,6 sind gekennzeichnet durch atmosphärische Vorgänge ohne Advektionen,sie werden vor allem durch Strahlungs-und Verdunstungsvorgänge geprägt,bei ihnen ist die Tagesperiodik nicht gestört.Ihnen gegenüber stehen die Wetterphasen 3 bis 6Z mit gestörter Tagesperiodik und der damit verbundenen Advektion fremder Luftkörper.Korreliert man biologische Werte mit meteorologischen,so ist auffallend,daß alle gesteigerten Reaktionen in die Gruppe der Wetterphasen(WPH) fallen,die durch Advektion fremder Luftkörper gekennzeichnet ist.Man hat sie daher auch als biologisch ungünstig bezeichnet im Gegensatz zu der biologisch günstigen WPH-Gruppe ohne Advektionen und ohne gestörte Tagesperiodik.Es konnte z.B.statistisch nachgewiesen werden,daß die Magen-Duodenal-Perforationen und die Petechien in der biologisch ungünstigen WPH-Gruppe signifikant erhöht sind,(Schedel [21] ) in der biologisch günstigen WPH-Gruppe stark vermindert sind.Ebenso wurden in der biologisch ungünstigen WPH-Gruppe vermehrt Fälle von appendicitis acuta beobachtet.(Katz [11] )
Diese biologisch ungünstige WPH-Gruppe kann wiederum in eine warmluftadvektive und in eine kaltluftadvektive Zone eingeteilt werden.Unter die erstere fallen die WPH 3A,3F,4 und die WPH 5 und 6Z sind in die kaltluftadvektive Zone

einzuordnen.Betrachtet man nun die Pathogenese in bezug auf die Kaltluft-und Warmluftadvektion der biologisch ungünstigen WPH-Gruppe,die Brezowsky( 4 ) als pathogenetische Biotropiebilanz bezeichnet,so ergeben sich aufschlußreiche,statistisch gesicherte Resultate: Infekte,Embolien,Encephelatiden,asthmatische Anfälle, Allgemeinbeschwerden,Herz-und Kreislaufbeschwerden und Störungen im Gerinnungsmechanismus treten alle gehäuft in der warmluftadvektiven Zone auf.In der kaltluftadvektiven Zone sind vor allem Krankheiten spastischer Genese zu verzeichnen,wie Koliken,Apoplexien,epileptische Anfälle,rheumatische und arthrotische Beschwerden, motorische Unruhen sowie Coronarspasmen.

Arbeitsschema

Allgemeines über die Statistik

Die Aufgabe der Statistik ist es, Aussagen darüber zu machen, mit welcher Wahrscheinlichkeit Unterschiede, Zusammenhänge, Gesetzmäßigkeiten, die man in bestimmten Stichproben gefunden hat, als allgemein, für ein größeres Kollektiv verbindlich, anzusehen sind. Absolut gesicherte Aussagen und Voraussagen zu treffen, ist ihrem Wesen nach nicht möglich. Es liegt allerdings an dem Fragesteller, das Risiko, das man für eine Aussage treffen will, gemäß der wissenschaftlichen Fragestellung, höher oder niedriger zu halten. Es ist daher wichtig, daß man sich bereits vor Gewinnung der Beobachtungs-und Meßdaten über die Art der Fragestellung genauestens im klaren ist. Denn schon mit der Art der Fragestellung legt man das Auswertungsverfahren in gewissem Sinne fest. Es empfiehlt sich also immer, das aufgetauchte Problem klar zu formulieren,dieses dann methodologisch zu transformieren,wenn möglich,die Untersuchung an einer sich bietenden Stichprobe faktisch durchzuführen und die Ergebnisse nach einem geeignetem Test auszuwerten.Je nach dem resultierenden Risiko wird dann interpretiert.

Die statistische Analyse

a) Problemstellung

Das Problem wird so formuliert,daß eine eindeutige Aussage im Sinne eines " entweder - oder " durch die Untersuchung geliefert werden kann.Es ist selbstverständlich,daß dieses Problem aus einer Beobachtung oder aus der Theorie folgen kann.In dieser Arbeit wird untersucht, in wieweit die $Na^+$-

und $Cl^-$ Ausscheidung im Urin sowie der Gehalt der beiden Elektrolyte im Serum vom Wettergeschehen abhängen. Der Elektrolytgehalt im Urin und Serum variiert zunächst von Mensch zu Mensch,auch wenn für alle Versuchspersonen vollkommen gleiche Lebensbedingungen gegeben sind. Diesen Sachverhalt muß man zunächst als Zufallsvariabilität ansehen,hervorgerufen durch Umstände,die sich zunächst unserer genauen Kenntnis und Kontrolle entziehen.Ändert man künstlich das Wettergeschehen oder setzt man den Menschen dem natürlichen Wettergeschehen aus,was in gewissem Sinne als äquivalent anzusehen ist,so kann sich der Zufallsvariabilität möglicherweise eine Variabilität,hervorgerufen durch das sich ständig wechselnde Wettergeschehen,überlagern. Will man nun wissen,ob das Wettergeschehen einen Einfluß auf die Änderung des Elektrolytgehalts von $Na^+$ und $Cl^-$ hat,so muß man diesen Einfluß vom Zufallseinfluß trennen

b) Methode und Versuchsplanung

Es sei im voraus bemerkt, daß die Wahl der Methode einen ganz bestimmten Untersuchungsplan bedingte.Zunächst folgte die Gewinnung einer representativen Stichprobe. Unter der Stichprobe ist dabei ein " zufällig " entnommener Anteil von Individuen aus der Grundgesamtheit zu verstehen und zufällig sei in dem Sinne gedeutet,daß jedes Individuum der Grundgesamtheit die gleiche Chance hat,in die Stichprobe aufgenommen zu werden.Dabei wurde besonders darauf geachtet,daß bei der Gewinnung der Stichprobe ihre Representativität unter den gegebenen Umständen erhalten blieb.Denn je geringer die Represen-

tationskraft der Stichproben ist, umso beschränkter ist auch die allgemeine Aussagekraft des Resultats.Es wurde Sorge dafür getragen,daß die gewonnenen Meßergebnisse den höchstmöglichen Informationsgehalt hatten und die durch die Problemstellung im gewissen Sinne festgelegten Versuchsbedingungen ihre optimale Verwirklichung fanden.

Arbeitsmethode

Der Urin wurde in einem Rhythmus von 24 Stunden mengenmäßig erfaßt und von diesem 24-Stunden-Mischurin Proben zur Bestimmung des Gehalts an $Na^+$ und $Cl^-$ in mg% entnommen. Die Meßwerte wurden auf die absolute Gesamtmenge des 24-Stunden-Urins umgerechnet(g/die).

Alle 4 Tage wurde eine Blutprobe genommen, um sie auf den Gehalt von $Na^+$ und $Cl^-$ in mg% zu untersuchen.

Die Bestimmung von Natrium erfolgte mit dem Flammenphotometer PF 5 der Firma Carl Zeiss, Oberkochen/Württ..

Der Cl-Gehalt wurde titrimetrisch gemessen. Die Firma Merck/Darmstadt stellte freundlicherweise die Reagentien zur Verfügung.

Prinzip: Bei der merkurimetrischen Chloridtitration bilden die vorhandenen Chlorionen mit den Quecksilber(2)ionen der Meßlösung undissoziiertes Quecksilber(2)chlorid. Freie Quecksilber-(2)ionen treten erst nach Bindung aller Chlorionen auf. Als Indikator dient Diphenylcarbazon, das mit überschüssigen Quecksilber(2)ionen eine violette Färbung ergibt. Eine Enteiweißung des Serums ist nicht nötig.

Berechnung: Serum:

Verbrauchte ml o,o1 N Lösung x 355=mg Cl/1ooml

Urin:

Verbrauchte ml o,o1 N Lösung x2x 355=mgCl/1oo ml , X mg Cl/1oo ml = X g/die

Auswahl des Patientengutes

Im städt.Krankenhaus Passau erfolgte als erstes eine genaue Auswahl des Krankengutes.Patienten mit inneren Krankheiten,die zu einer akuten Veränderung des Wasser-und Mineralhaushaltes neigten, wurden von vornherein ausgeschlossen,später folgten solche, bei denen im Laufe der Therapie Medikamente verabreicht wurden,die ebenfalls den Wasser-und Mineralhaushalt beeinflussen.Es resultierte ein Krankengut, das vor allem in der chir.Abteilung stationiert war und vorwiegend aus Patienten mit Frakturen bestand.Im Frühjahr hatten wir noch einen Teil von Ca-Patienten,die bestrahlt wurden,mitgemessen,im Herbst aber auf solche verzichtet,da wir annahmen, daß durch den Streß der Bestrahlung falsche Ergebnisse entstehen würden.Im Frühjahr führten wir die Messungen an 2o Patienten in der Zeit vom 9.4. - 24.4.67 durch und konnten die Resultate von 16 Patienten für unsere Arbeit verwerten.Es waren :

5 Bestrahlungspatienten
4 Frakturen ohne Operation
1 Fraktur mit Operation
2 Uterusixtirpationen mit gleichzeitigen Appendektomien
2 Magenresektionen
1 Ablatio mammae
1 Ulcus cruris mit Excision und plastischer Deckung

Von den Messungen im Herbst in der Zeit vom 7.9. - 23.1o.67 an 47 Patienten konnten wir 16 für den Elektrolythaushalt mit dem

Wetter korrelieren. Es waren:

8 Patienten mit Frakturen ohne Operation und

8 Patienten mit Frakturen mit Operation.

c) Formulierung der Hypothese

Entsprechend der Problemstellung wird die Ausgangshypothese und eine Alternativhypothese formuliert. Dabei sei bemerkt, daß eine Alternativhypothese nur dann von Bedeutung ist, wenn sie den gleichen Allgemeinheitsgrad hat wie die Ausgangshypothese. Ausgangshypothese: Es soll festgestellt werden, ob das Wettergeschehen einen Einfluß auf den Elektrolytgehalt von $Na^+$ und $Cl^-$ im Serum und auf die Ausscheidung von $Na^+$ und $Cl^-$ im Urin ausübt. Das bedeutet bei der speziellen Fragestellung dieser Arbeit, ob die Mittelwerte von $Na^+$ und $Cl^-$, die aus den r normalverteilten Gruppen (hier der jeweilige Mittelwert von $Na^+$ und $Cl^-$ in den beschriebenen Wetterphasen) der Grundgesamtheit derselben Varianz einen signifikanten Unterschied aufweisen. $\mu_1 \neq \mu_2 \neq \mu_3 \ldots$ Alternativhypothese: Die Mittelwerte von $Na^+$ und $Cl^-$, die aus r normalverteilten Gruppen der Grundgesamtheit derselben Varianz stammen, weisen keinen signifikanten Unterschied auf. $\mu_1 = \mu_2 = \mu_3 \ldots$

d) Wahl des Signifikanzniveaus

Die Wahl, mit welchem maximalen Risiko die Alternativhypothese noch eben angenommen werden darf, ist strenggenommen unabhängig von der Stichprobe und der Wahl des Tests. In der Praxis muß man jedoch diese Faktoren berücksichtigen, damit die Wahl des Signifikanzniveaus nicht unzulässig hoch ausfällt. Bei dieser Arbeit empfiehlt es sich, eine Signifikanzzahl $\alpha = 5\%$ oder $\alpha = 1\%$ zu wählen; denn das Risiko sollte nicht unbedingt zu klein gewählt werden, damit nicht zu geringe, praktisch unerhebliche Unterschiede als signi-

fikant herausgestellt werden.Auch von seiten der Signifikanz ist es keineswegs notwendig,statistische Analysen an Stichproben mit großem Umfang durchzuführen.Liegen praktisch bedeutsame signifikante Unterschiede vor,so müssen sie auch mit einer begrenzten Stichprobe erfaßt werden können.

e) Wahl des Tests

Die Problemstellung, der Informationsgehalt der Untersuchungsdaten sowie die Formulierung der Ausgangs-und Alternativhypothese bedingen einen geeigneten Test.Normalerweise ist der Test schon im Untersuchungsplan festzulegen, wie es in dieser Arbeit auch geschehen ist.Angesichts der Resultate ergab sich auch keine Notwendigkeit,einen anderen Test zu wählen,um den Informationsgehalt optimal auszuschöpfen.Wie schon bei der Problemstellung erwähnt und bei der Versuchsplanung mitberücksichtigt,ist bei dem Elektrolytgehalt von $Na^+$ und $Cl^-$ im Serum sowie der Ausscheidung von $Na^+$ und $Cl^-$ im Urin zunächst eine Zufallsvariabilität vorhanden und bei dieser möglicherweise eine Variabilität,hervorgerufen durch das äußere Wettergeschehen.Will man exakt darüber Auskunft erhalten,inwieweit eine Änderung des Elektrolytgehalts von $Na^+$ und $Cl^-$ durch das Wetter bedingt wird,so müssen diese Komponenten getrennt werden.Dies ist eine typische Aufgabe der Varianzanalyse.Sie beruht auf einer rein arithmetischen Zerlegung der sogenannten " Quadratsumme " ( Summe der Quadrate der Abweichungen der Stichprobenwerte vom Mittelwert) in zwei Bestandteile $q_1$ und $q_2$.

$$q = \sum_{i=1}^{r} \sum_{k=1}^{n_i} (X_{ik} - \bar{X})^2$$

k =laufender Gruppenindex

i =laufender Stichproben-index

r =Anzahl der Gruppen

n =Anzahl der Stichproben-werte

$$q = q_1 + q_2$$

$q_1$=Streuung zwischen den Gruppen

$q_2$=Streuung innerhalb der Gruppen

Jeder dieser Bestandteile entspricht einer ganz bestimmten Variationsursache.Bei dieser Varianzanalyse entspricht der eine Bestandteil dem Zufallseinfluß,der andere dem überlagerten Einfluß(Wettergeschehen),den man untersuchen will. Es sei an dieser Stelle bemerkt,daß die Varianzanalyse von R.A.Fischer speziell für derartige analoge biologische Untersuchungen entwickelt worden ist.

g) Auswertungsverfahren

Die mittels des Flammenphotometers und durch Titration erhaltenen Einzelwerte des $Na^+$ und $Cl^-$-Gehalts werden in $r_i$-Gruppen eingeteilt.Die Gruppen $r_1, r_2 \ldots . r_n$ werden gebildet aus den Einzelwerten $n_{1i}, n_{2i} \ldots n_{ri}$ der Stichprobe,die zu der jeweiligen Wetterphase der Bad Tölzer Wettereinteilung gehören,wobei natürlich gilt $n_{1i} + n_{2i} + \ldots . n_{ri}$ = n-Gesamte Stichprobe.

Geprüft wird nun,ob hinsichtlich des mittleren $Na^+$ und $Cl^-$-Gehaltes bei den r-Gruppen(siehe graphische Darstellungen,S.39 ) signifikante oder bloß zufallsbedingte

Unterschiede bestehen.Die Anwendung der Varianzanalyse setzt also voraus,

1) daß die r-Gruppen von Meßergebnissen aus r-normalverteilten Grundgesamtheiten entstammen.

2) daß die r-Gruppen von Meßergebnissen alle dieselbe Varianz $s^2$ besitzen.

Werden diese Voraussetzungen von der Stichprobe erfüllt, so kann man dann die Varianzanalyse anwenden.

ad 1) Die Prüfung,daß die r-Gruppen von Meßergebnissen aus r-normalverteilten Grundgesamtheiten entstammen,geschieht mittels des sog.$X^2$-Tests.Da diese Berechnungen für alle Gruppen analog verlaufen,sei der Rechengang exemplarisch für die Gruppen der Meßergebnisse von Cl-Serum der Wetterphase 5+6Z kurz skizziert.(Der Interessent sei an dieser Stelle auf das Buch:"statistische Methoden und ihre Anwendungen" von E.Kreyszig( 13)verwiesen,welches diesen Beobachtungen zugrunde lag.)

Rechengang zum $X^2$-Test:

Stichprobe: Cl-Serum 5+6Z

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 386,95 | 411,8 | 376,3 | 383,4 | 372,75 |
| 411,15 | 4o4,7 | 426,o | 39o,5 | 39o,5 |
| 4o1,15 | 394,o5 | 4o4,7 | 418,9 | 418,9 |
| 383,4 | 39o,5 | 397,6 | 39o,5 | 39o,5 |
| 4o1,15 | 379,85 | 383,4 | 4o8,25 | 39o,5 |
| 4o4,7 | 379,6 | 436,65 | 426,o | 39o,5 |
| 418,9 | 415,35 | 39o,5 | 411,15 | 369,2 |
| 411,8 | 443,75 | 454,4 | 4o4,7 | |
| 39o,5 | 443,75 | 4o4,7 | 394,o5 | |
| 461,5 | 39o,5 | 383,4 | 39o,5 | |

C1-Serum 5+6Z

| Intervalle $x_1$ .. $x_2$ | $b_i$ | $\frac{x-\bar{x}}{\delta}$ | $F(x)=\Phi(\frac{x-\bar{x}}{\delta})$ | $P_j$ | $(\frac{b_j-e_j}{e_j})^2$ |
|---|---|---|---|---|---|
| $I_1$ - .. 386 | 8 | - ∞ .. -0,8106 | 0 .. 0,2090 | 0,2090 | 0,3383 |
| $I_2$ 386.. 396 | 14 | -0,8106 .. -0,3280 | 0,2090 .. 0,3707 | 0,1617 | 5,3897 |
| $I_3$ 396.. 406 | 10 | -0,3280 .. 0,1545 | 0,3707 .. 0,5636 | 0,1929 | 0,0961 |
| $I_4$ 406.. 416 | 5 | 0,1545 .. 0,6371 | 0,5636 .. 0,7389 | 0,1753 | 1,2734 |
| $I_5$ 416.. 426 | 5 | 0,6371 .. 1,1196 | 0,7389 .. 0,8686 | 0,1297 | 0,1970 |
| $I_6$ 426.. + | 5 | 1,1196 .. + ∞ | 0,8686 .. 1 | 0,1314 | 0,2238 |
| | | | | 1,0000 | 7,5183 |

Mittelwert: 402,7978 $X^2$ = 7,5183

Standardabweichung: 20,7223 $\alpha$ = 1%, C = 15,09

(Die einzelnen Symbole werden auf der nächsten Seite definiert)

Zuerst wird die Variationsbreite der Stichprobe $\delta = x_{max} - x_{min}$ festgestellt. Diese wird dann in $I_1 \ldots\ldots I_i$ äquidistante suksessive Intervalle derart unterteilt, daß in jedem Intervall mindestens 5 Werte $b_i$ liegen (siehe Tab. S. 30, Spalte 2). Im nächsten Schritt erfolgt die Berechnung von $\overline{X}$ -dem Mittelwert und $\delta$ -der Standardabweichung, weil man damit die Funktion $\frac{x-\overline{x}}{\delta}$ für jede Intervallgrenze berechnet. Hiermit kann die Funktion $F(x) = \emptyset\ (\frac{x-\overline{x}}{\delta})$ aus der Tabelle (Spalte 4) für die Intervallenden bestimmt werden. Aus F(x) wird die Wahrscheinlichkeit $P_j$ berechnet, mit der die betreffende Zufallsvariable $X_i$ irgendeinen Wert aus $I_j$ annimmt, wobei $P_j$ gleich der Differenz der Funktion F(x) für die Intervallenden der Spalte 4 ist. $P_j$ wird dann in Spalte 5 notiert. Es ist klar, daß die Summe der einzelnen $P_j = P_1 + P_2 + \ldots P_n = 1$ sein muß. Aus $P_j$ und der Gesamtzahl der Stichprobenwerte wird dann $e_j = n \times p_j$ berechnet, $e_j$ entspricht der Anzahl der theoretisch in $I_j$ zu erwartenden Stichprobenwerte. Im nächsten Schritt wird dann die Abweichung $\frac{(b_j - e_j)^2}{e_j}$ für die jeweiligen Intervalle berechnet. Die Summe der Abweichungen entspricht $X^2 = \sum_{j=1}^{k} \left( \frac{(b_j - e_j)^2}{e_j} \right)$. Nun wird die Signifikanzzahl $\alpha = 1\%$ gewählt und der entsprechende Wert C tabellarisch bestimmt, wobei die Anzahl der Freiheitsgrade zu berücksichtigen ist. Bei uns werden in diesem Beispiel die Parameter (Wetter, Cl-Gehalt im Serum) v = 2 abgeschätzt, daraus ergibt sich für die Zahl der Freiheitsgrade, daß $f = K - v - 1$ K=Anzahl der Intervalle

v=abgeschätzter Parameter

$$f = 5 - 2 - 1 = 2$$

der Wert C = 13,82 und $X^2$ = 1,2752 ist. Ist $C > X^2$,so wird die Hypothese angenommen,daß die Stichprobe einer normalverteilten Grundgesamtheit entstammt.Das ist in unserem Fall offensichtlich geschehen.Dieser Rechenvorgang wird nun für alle Stichproben analog durchgeführt. Die entsprechenden Tabellen findet man im Anhang(S.62 ) wieder.

ad 2)

Bei dieser Untersuchung wird die Hypothese $s_1^2 = s_2^2$ gegen die Alternative $s_1^2 > s_2^2$ getestet.Da der Gang der Rechnung für die Vergleiche der Varianzen aller Wetterphasen analog ist,sei dieser Gang am Beispiel der Wetterphasen Cl Serum 5 + 6z/ 1+2+6 kurz durchgeführt.(Rest siehe Anhang,S.68 ) Die Berechnung der Varianzen wurde durch das Rechenprogramm bei dem $X^2$ -Test geliefert,dabei betrug $s_1^2$=429,4162 und $s_2^2$ = 244,1139.Man bestimmt nun erstens die Signifikanzzahl($\alpha$=1%,$\alpha$=5%) und zweitens die Freiheitsgrade der zu vergleichenden Varianzen.Die Freiheitsgrade sind definiert als die Anzahl der Einzelwerte $n_1$ der zu der Varianz dazugehörigen Stichprobe minus 1,also $f_1=n_1-1$. Analog zu der Varianz $s_2^2$ ---> $f_1=n_2-1$.Man bildet nun den Quotienten $V=\frac{s_2^2}{s_1^2}$ ,wobei immer darauf zu achten ist,daß jeweils die größere Varianz durch die kleinere dividiert wird.Nun bestimmt man aus den Tafeln die Zahl c der F-Verteilung.Ist V<c so wird die Hypothese angenommen,es besteht Varianzgleichheit.Im Falle Cl Serum 5+6z/1+2+6 ist V = 1,759 und C = bei$\alpha$ = 5% 1,76; V < C.

Cl Serum

| | $s_1^2$ | $s_2^2$ | $n_1$ | $n_2$ | V | $\alpha$ | C |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 4/1+2+6 | 802,46 | 244,1139 | 43 | 33 | 3,2872 | 5% | 1,77 |
| | | | | | | 1% | 2,25 |
| 4/3A | 802,46 | 469,8604 | 43 | 16 | 1,7078 | 5% | 2,15 |
| 4/5+6z | 802,46 | 429,4162 | 43 | 47 | 1,8687 | 5% | 1,63 |
| | | | | | | 1% | 2,01 |
| 3A/1+2+6 | 469,8604 | 244,1139 | 16 | 33 | 1,9247 | 5% | 1,99 |
| 3A/5+6z | 469,8604 | 429,4162 | 16 | 47 | 1,0941 | 5% | 1,87 |
| 5+6z/1+2+6 | 429,4162 | 244,1139 | 47 | 33 | 1,759 | 5% | 1,76 |

Na Serum

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 3A/1+2+6 | 4004,2666 | 543,0259 | 16 | 33 | 7,3739 | 5% | 2,19 |
| | | | | | | 1% | 2,66 |
| 3A/4 | 4004,2666 | 1777,7542 | 16 | 43 | 2,2524 | 5% | 1,92 |
| | | | | | | 1% | 2,52 |
| 3A/5+6z | 4004,2666 | 621,0564 | 16 | 46 | 6,4475 | 5% | 1,87 |
| | | | | | | 1% | 2,42 |
| 4/1+2+6 | 1777,7542 | 543,0259 | 43 | 33 | 3,2737 | 5% | 1,77 |
| | | | | | | 1% | 2,25 |
| 4/5+6z | 1777,7542 | 621,0564 | 43 | 46 | 2,8624 | 5% | 1,63 |
| | | | | | | 1% | 2,01 |
| 5+6z/1+2+6 | 621,0564 | 543,0259 | 46 | 33 | 1,1436 | 5% | 1,74 |

Na Urin Herbst

| | $s_1^2$ | $s_2^2$ | $n_1$ | $n_2$ | V | $\alpha$ | C |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 4/3A | 2,4035 | 1,4053 | 107 | 53 | 1,7103 | 5% | 1,52 |
| | | | | | | 1% | 1,82 |
| 4/1+2+6 | 2,4035 | 2,254 | 107 | 96 | 1,0663 | 5% | 1,39 |
| 4/5+6z | 2,4035 | 1,8508 | 107 | 208 | 1,2986 | 5% | 1,32 |
| 1+2+6/5+6z | 2,254 | 1,8508 | 96 | 208 | 1,2178 | 5% | 1,32 |
| 1+2+6/3A | 2,254 | 1,4053 | 96 | 53 | 1,6039 | 5% | 1,52 |
| | | | | | | 1% | 1,82 |
| 5+6z/3A | 1,8508 | 1,4053 | 208 | 53 | 1,317 | 5% | 1,44 |

Na Urin Herbst/Frühjahr

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1+2+6/3A | 2,3323 | 1,358 | 110 | 60 | 1,7174 | 5% | 1,48 |
| | | | | | | 1% | 1,75 |
| 1+2+6/4 | 2,3323 | 2,2396 | 110 | 147 | 1,0413 | 5% | 1,34 |
| 1+2+6/5+6z | 2,3323 | 1,8794 | 110 | 246 | 1,2409 | 5% | 1,32 |
| 4/3A | 2,2396 | 1,358 | 147 | 60 | 1,6491 | 5% | 1,39 |
| | | | | | | 1% | 1,75 |
| 4/5+6z | 2,2396 | 1,8794 | 147 | 246 | 1,1916 | 5% | 1,32 |
| | | | | | | 1% | 1,48 |
| 5+6Z/3A | 1,8794 | 1,358 | 246 | 60 | 1,3839 | 5% | 1,39 |

Cl Urin Herbst/Frühjahr

| | $s_1^2$ | $s_2^2$ | $n_1$ | $n_2$ | V | $\alpha$ | C |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1+2+6/5+6z | 9,0535 | 8,1139o5 | 11o | 246 | 1,1158 | 5% | 1,32 |
| | | | | | | 1% | 1,38 |
| 1+2+6/4 | 8,0535 | 7,9762o2 | 11o | 15o | 1,135 | 5% | 1,34 |
| | | | | | | 1% | 1,52 |
| 5+6z/4 | 8,1139o5 | 7,9762o2 | 246 | 15o | 1,0172 | 5% | 1,22 |
| | | | | | | 1% | 1,33 |
| Cl Urin Herbst | | | | | | | |
| 1+2+6/4 | 9,317 | 8,5683 | 96 | 1o7 | 1,0757 | 5% | 1,39 |
| 1+2+6/3A | 9,317 | 7,0798 | 96 | 53 | 1,3159 | 5% | 1,52 |
| 4/3A | 8,5683 | 7,0798 | 1o7 | 53 | 1,21o2 | 5% | 1,48 |
| Cl Urin Frühjahr | | | | | | | |
| 5+6z/4 | 6,6792 | 5,665 | 38 | 43 | 1,179 | 5% | 1,69 |
| Na Urin Frühjahr | | | | | | | |
| 5+6z/4 | 1,9941 | 1,7639 | 38 | 4o | 1,13o5 | 5% | 1,69 |
| | | | | | | 1% | 2,11 |

h) Die Varianzanalyse

Sind die im vorhergehenden Abschnitt behandelten Voraussetzungen 1) + 2) erfüllt,so kann die Varianzanalyse angewandt werden,um festzustellen,ob die bereits formulierte Hypothese oder die Alternative zutrifft.Es empfiehlt sich trotz größeren Rechenaufwands die Varianzanalyse so anzuwenden,daß jeweils zwei Mittelwerte aus nur zwei verschiedenen Wetterphasen verglichen werden.Wenn man die Mittelwerte mehrerer Wetterphasen vergleicht,so ist im Falle eines signifikanten Unterschieds dieser,nicht festzustellen,welcher speziellen Wetterphase dieser Unterschied zuzuordnen ist.

Der Test sei nun am Beispiel der zwei Mittelwerte $\mu_1+\mu_2$ der Wetterphasen 5+6z/1+2+6 von Cl Serum durchgeführt. Zunächst werden die Mittelwerte $\mu_1 + \mu_2$ genommen(siehe Graphik S. 39 ),sodann wird der Mittelwert der gesamten Stichpobe bestimmt.

$$\mu' = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{r} \sum_{k=1}^{n_i} x_{ik} = \frac{1}{n} \sum n_i \mu_i$$

Nun wird die sog."Quadratsumme"(siehe Formel früher) in die zwei Bestandteile $q_1$ und $q_2$ zerlegt,indem

$q_1 = \sum_{i=1}^{r} n_i(\mu_i - \mu_1)^2$ die Quadratsumme zwischen den Mittelwerten der Gruppe bedeutet und

$q_2 = \sum_{i=1}^{r} \sum_{k=1}^{n_i}(X_{ik} - \ _i)^2$ die Quadratsumme innerhalb der Gruppe darstellt.

Hieraus wird der Quotient gebildet:

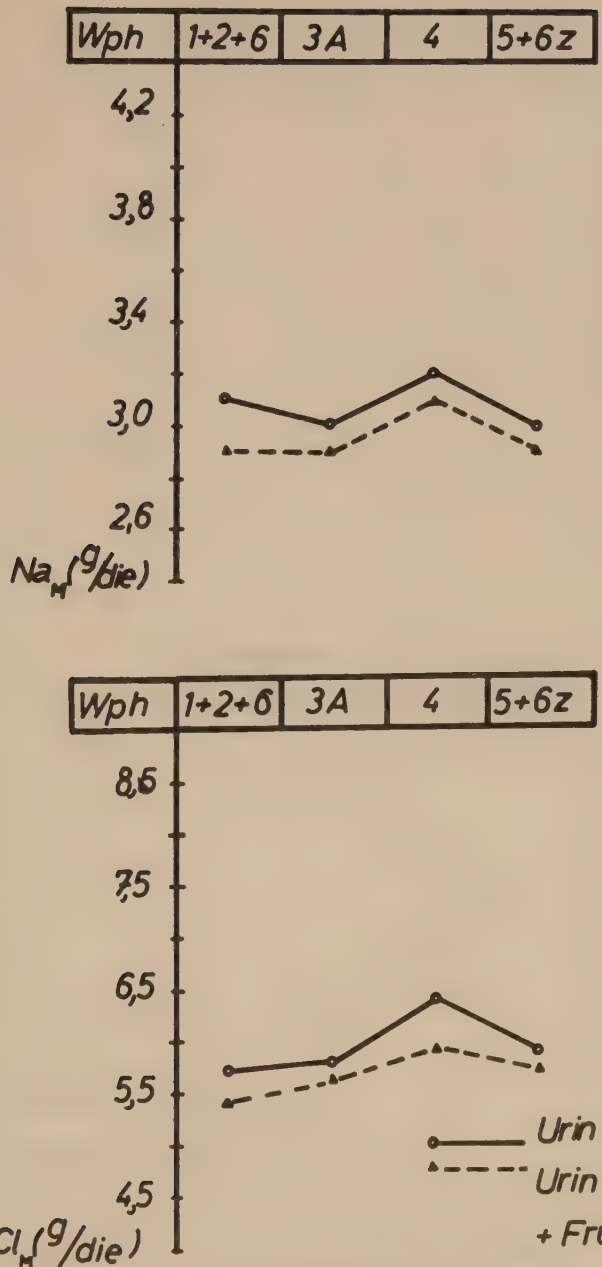
$$\bar{v} = \frac{q_1/(r-1)}{q_2/(n-r)}$$

r = Anzahl der Gruppen - 2

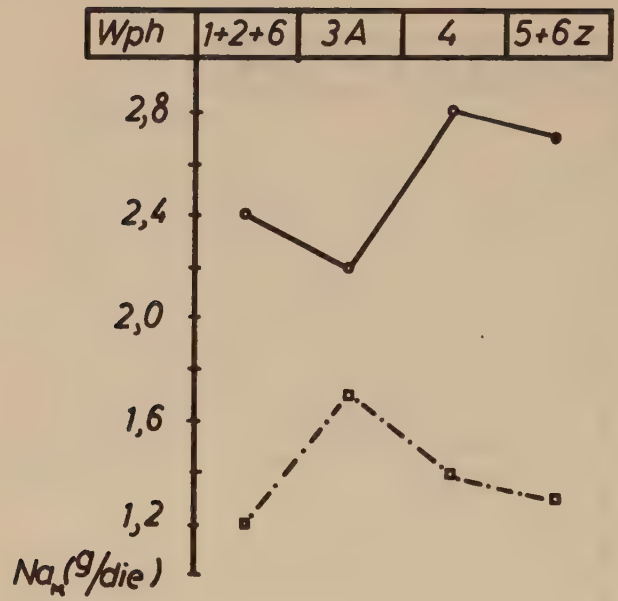
n = Anzahl der Stichprobenwerte

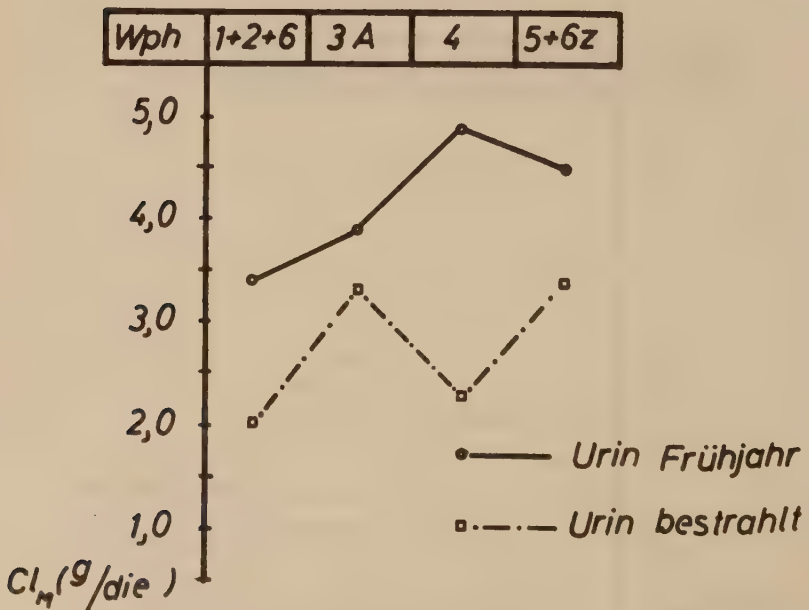
Durch die Wahl der Signifikanzzahl $\alpha$ (5%, 1%) wird die Zahl C tabellarisch ermittelt, im Falle $v < c$ wird die Hypothese daß sich die Mittelwerte signifikant unterscheiden, verworfen. Im Falle $v > c$ gilt die Hypothese, daß sich die Mittelwerte signifikant unterscheiden. Das bedeutet nun bei uns, daß das Wetter einen entscheidenden Einfluß auf die Ausscheidung hat.

Ergebnisse

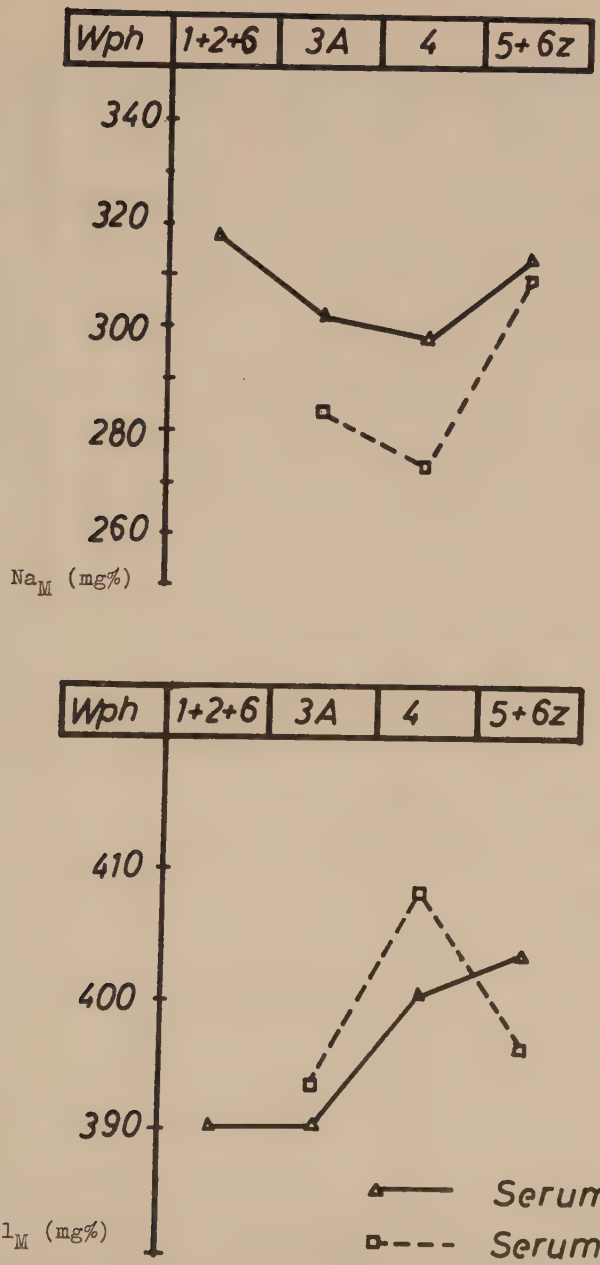



Wetterabhängigkeit der Urinausscheidung von $Na^+$ und $Cl^-$
($Na_M$= Na-Mittelwerte , $Cl_M$= Cl-Mittelwerte,
Wph= Wetterphasen)




Wetterabhängigkeit der Urinausscheidung von $Na^+$ und $Cl^-$
($Na_M$ = Na-Mittelwerte, $Cl_M$ = Cl-Mittelwerte,
Wph = Wetterphasen)




Wetterabhängigkeit des Serumnatrium -und Serumchloridspiegels ($Na_M$ = Na-Mittelwerte, $Cl_M$ = Cl-Mittelwerte, Wph = Wetterphase, mg Na pro 1oo mg Serum, mg Cl pro 1oo mg Serum)

| Cl Serum | n | $A_1$ | $A_2$ | $q_1$ | $q_2$ | $q_1/(r-1)$ | $q_2/(n-r)$ | $V_o$ | $\alpha$ | c |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 5+6z/1+2+6 | 80 | 402,7978 | 390,0833 | 3133,1701 | 27564,7967 | 3133,1701 | 353,3948 | 8,8659 | 1% | 6,96 |
| | | | | | | | | | 5% | 3,96 |
| 3A/5+6z | 63 | 390,3062 | 402,7978 | 1863,3362 | 26769,5559 | 1863,3362 | 438,8451 | 4,2459 | 1% | 7,08 |
| | | | | | | | | | 5% | 4,0 |
| 4/5+6z | 90 | 400,2418 | 402,7978 | 146,7059 | 53456,4734 | 146,7059 | 607,4599 | 0,2415 | 1% | 6,90 |
| | | | | | | | | | 5% | 3,94 |
| 3A/1+2+6 | 49 | 390,3062 | 390,0833 | 0,2233 | 14859,554 | 0,2233 | 316,16ρ7 | 0,0007 | 1% | 7,17 |
| | | | | | | | | | 5% | 4,03 |
| 4/3A | 59 | 400,2418 | 390,3062 | 1151,1319 | 40735,6907 | 1151,1319 | 714,6612 | 1,6107 | 1% | 7,08 |
| | | | | | | | | | 5% | 4,0 |
| Na Serum | | | | | | | | | | |
| 3A/4 | 59 | 302,0 | 297,6744 | 218,9632 | 153529,68 | 218,9632 | 2693,5031 | 0,0812 | 1% | 7,08 |
| | | | | | | | | | 5% | 4,0 |
| 5+6z/1+2+6 | 79 | 313,0217 | 317,2727 | 348,0867 | 45324,3727 | 348,0867 | 588,6282 | 0,5913 | 1% | 6,98 |
| | | | | | | | | | 5% | 3,96 |

| | n | $A_1$ | $\mu_i$ $A_2$ | $q_1$ | $q_2$ | $q_1/(r-1)$ | $q_2/(n-r)$ | $v_o$ | $\alpha$ | c |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Cl Urin | | | | | | | | | | |
| Herbst + Frühjahr | | | | | | | | | | |
| 1+2+6/5+6z | 356 | 5,3924 | 5,6899 | 6,7238 | 2984,4922 | 6,7238 | 8,3834 | o,8o2 | 1% | 6,76 |
| | | | | | | | | | 5% | 3,89 |
| 1+2+6/4 | 26o | 5,3924 | 5,9175 | 17,5o54 | 2246,2866 | 17,5o54 | 8,6395 | 2,o262 | 1% | 6,76 |
| | | | | | | | | | 5% | 3,89 |
| 5+6z/4 | 396 | 5,6899 | 5,9175 | 4,8542 | 3385,25 | 4,8542 | 8,5o56 | o,57o7 | 1% | 6,76 |
| | | | | | | | | | 5% | 3,89 |
| Frühjahr | | | | | | | | | | |
| 5+6z/4 | 81 | 4,5117 | 4,8954 | 2,9675 | 485,o662 | 2,9675 | 6,14 | o,4833 | 1% | 6,96 |
| | | | | | | | | | 5% | 3,96 |
| Herbst | | | | | | | | | | |
| 1+2+6/3A/4 | 256 | 5,6836 | 5,8266 | 26,8823 | 2161,5126 | 13,4411 | 8,5435 | 1,5732 | 1% | 4,71 |
| | | | $A_3$= | | | | | | 5% | 3,o4 |
| | | | 6,3827 | | | | | | | |

| | n | $A_1$ | $\mu_i$ | $A_2$ | $q_1$ | $q_2$ | $q_1/(r-1)$ | $q_2/(n-r)$ | $v_o$ | $\alpha$ | c |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Na Urin | | | | | | | | | | | |
| Herbst | | | | | | | | | | | |
| 5+6z/3A | 261 | 2,9792 | | 2,9951 | o,o331 | 456,2119 | o,o331 | 1,7614 | o,o187 | 1% | 6,76 |
| | | | | | | | | | | 5% | 3,89 |
| 4/5+6z | 315 | 3,1682 | | 2,9792 | 2,5247 | 638,o473 | 2,5247 | 2,o384 | 1,2385 | 1% | 6,76 |
| | | | | | | | | | | 5% | 3,89 |
| 1+2+6/5+6z | 3o4 | 3,o631 | | 2,9792 | o,4574 | 597,5677 | o,4574 | 1,9787 | o,2311 | 1% | 6,76 |
| | | | | | | | | | | 5% | 3,89 |
| 4/3A | 16o | 3,1682 | | 2,9951 | 1,o427 | 328,939 | 1,o427 | 2,o818 | o,5oo8 | 1% | 6,81 |
| | | | | | | | | | | 5% | 3,9o |
| 1+2+6/3A | 149 | 3,o631 | | 2,9951 | o,1633 | 287,2134 | o,1633 | 1,9538 | o,3835 | 1% | 6,81 |
| | | | | | | | | | | 5% | 3,9o |
| 4/1+2+6 | 2o3 | 3,1682 | | 3,o631 | o,5578 | 469,9888 | o,5578 | 2,3382 | o,2385 | 1% | 6,76 |
| | | | | | | | | | | 5% | 3,89 |
| Frühjahr | | | | | | | | | | | |
| 4/5+6z | 78 | 2,8264 | | 2,65o4 | o,5945 | 142,5784 | o,5954 | 1,876 | o,3168 | 1% | 6,9o |
| | | | | | | | | | | 5% | 3,94 |

| | n | $A_1$ | $\mu_i$ | $A_2$ | $q_1$ | $q_2$ | $q_1/(r-1)$ | $q_2/(n-r)$ | $v_o$ | $\alpha$ | c |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Na Urin | | | | | | | | | | | |
| Herbst +Frühjahr | | | | | | | | | | | |
| 1+2+6/5+6z | 356 | 2,921 | | 2,929 | o,o167 | 73o,4389 | o,o167 | 2,o4o3 | o,oo81 | 1% | 6,76 |
| | | | | | | | | | | 5% | 3,89 |
| 5+6z/3A | 3o6 | 2,929 | | 2,9588 | o,o985 | 545,4631 | o,o985 | 1,77o9 | o,o556 | 1% | 6,76 |
| | | | | | | | | | | 5% | 3,89 |
| 4/3A | 2o7 | 3,o752 | | 2,9588 | o,572 | 411,9943 | o,572 | 1,99o3 | o,2873 | 1% | 6,76 |
| | | | | | | | | | | 5% | 3,89 |
| 4/5+6z | 393 | 3,o752 | | 2,929 | 1,9833 | 787,4176 | 1,9833 | 2,oo36 | o,9898 | 1% | 6,76 |
| | | | | | | | | | | 5% | 3,89 |
| 1+2+6/4 | 257 | 2,921 | | 3,o752 | 1,5266 | 598,o81 | 1,5266 | 2,3271 | o,656 | 1% | 6,76 |
| | | | | | | | | | | 5% | 3,89 |
| 1+2+6/3A | 17o | 2,921 | | 2,9588 | o,o922 | 356,12o5 | o,o922 | 2,o7o4 | o,o445 | 1% | 6,81 |
| | | | | | | | | | | 5% | 3,9o |

Wie aus den Tabellen S. 42 - 45 hervorgeht, trifft bei dem Elektrolytgehalt von $Cl^-$ im Serum der unbestrahlten Patienten die Hypothese der Varianzanalyse zu, daß sich die Mittelwerte signifikant unterscheiden. Bei den Wetterphasen (WPH) 5+6Z und 1+2+6 ist $V > C$ sowohl bei $\alpha = 1\%$ als auch bei $\alpha = 5\%$. Bei den WPH 3A und 5+6Z gilt ebenfalls die Hypothese bei $\alpha = 5\%$. Es liegt also bei diesen 4 WPH für den Cl-Serum-Spiegel eine statistisch bewiesene Abhängigkeit vom Wettergeschehen vor. Bei dem Elektrolytgehalt von $Na^+$ im Serum und bei der Ausscheidung von $Na^+$ und $Cl^-$ im Urin konnte mit Hilfe der Varianzanalyse keine Abhängigkeit nachgewiesen werden, da hier stets $V < C$ war und somit die Hypothese verworfen werden mußte.

Betrachtet man die graphische Darstellung der Wetterabhängigkeit des Cl-Serum-Spiegels (S. 41 ) der unbestrahlten Patienten, so finden sich die niedrigsten Werte in den WPH 1+2+6 und 3A. In der WPH 4 steigt der $Cl^-$-Gehalt im Serum stark an und erreicht seinen Höhepunkt in der WPH 5+6Z. Bei den $Cl^-$-Serumwerten der bestrahlten Patienten liegt der Gipfel der Kurve auch in der biologisch ungünstigen WPH 4 (aufkommender Wetterumschlag).

Im Gegensatz dazu stehen die Serumwerte von Natrium. Bei ihnen sind die niedrigsten Werte sowohl bei den bestrahlten als auch bei den unbestrahlten Patienten in der WPH 4 zu verzeichnen. Dies ist allerdings kein statistisch gesicherter Befund. Ebenso kann die vermehrte $Na^+$ und $Cl^-$-Ausscheidung im Urin als nicht statistisch gesichert angesehen werden. Bei den Patienten, die nicht bestrahlt wurden,

werden die höchsten Werte der Urinausscheidung von $Cl^-$ und $Na^+$ sowohl im Frühjahr als auch im Herbst jeweils in der WPH 4 beobachtet.Es ist auffallend,daß bei den bestrahlten Patienten eine geringere Menge an Elektrolyten im Urin ausgeschieden wird als bei den Patienten ohne Bestrahlung.Dies dürfte dadurch zu erklären sein,daß sich die Patienten durch die lange Bestrahlungszeit schon im Stress befanden.

Der Konfidenzintervalltest

Eine recht anschauliche Darstellung der oben berechneten Ergebnisse kann geliefert werden,indem man die Konfidenzintervalle der Mittelwerte der einzelnen Wetterphasen berechnet.Die Bestimmung des Konfidenzintervalls geht von dem Grundgedanken aus,daß der für eine Stichprobe,die einer normalverteilten Grundgesamtheit entspricht,errechnete Mittelwert nur eine Näherung für den Mittelwert der dazugehörigen Grundgesamtheit ist.Es ist nun wichtig zu wissen,wie genau diese Näherung ist,dh.es ist festzustellen,wie weit dieser Wert günstigenfalls von dem unbekannten wahren Wert abweichen kann.Bei einem errechneten bestimmten Mittelwert und der dazugehörigen Varianz $s^2$ grenzt uns also das Konfidenzintervall einen Bereich ab,der mit Sicherheit den unbekannten genauen Mittelwert der Grundgesamtheit einschließt.Daraus folgt für unsere anschauliche Darstellung,daß die Konfidenzintervalle zweier sich nicht signifikant unterscheidender Mittelwerte sich überlappen müssten.Im anderen Falle, also wenn sich die Mittelwerte signifikant unterscheiden, überlappen sich die Konfidenzintervalle nicht bzw. nicht stark.

Allgemein sei jedoch zum Konfidenztest bemerkt:
Überlappen sich die Konfidenzintervalle nicht,so besteht zwischen den Mittelwerten(Parametern) auf dem gewählten Niveau ein signifikanter Unterschied.Überlappen sie sich, so darf nicht ohne weiteres gefolgert werden,daß sie sich nicht signifikant unterscheiden.Daher wurde auch die

Varianzanalyse exakt durchgeführt,um die Existenz eines echten Unterschiedes zu testen,da der Konfidenzintervalltest oft eine hinreichende aber keine notwendige Bedingung darstellt.(Lothar Sachs 20)

Gang des Konfidenzintervalltests:

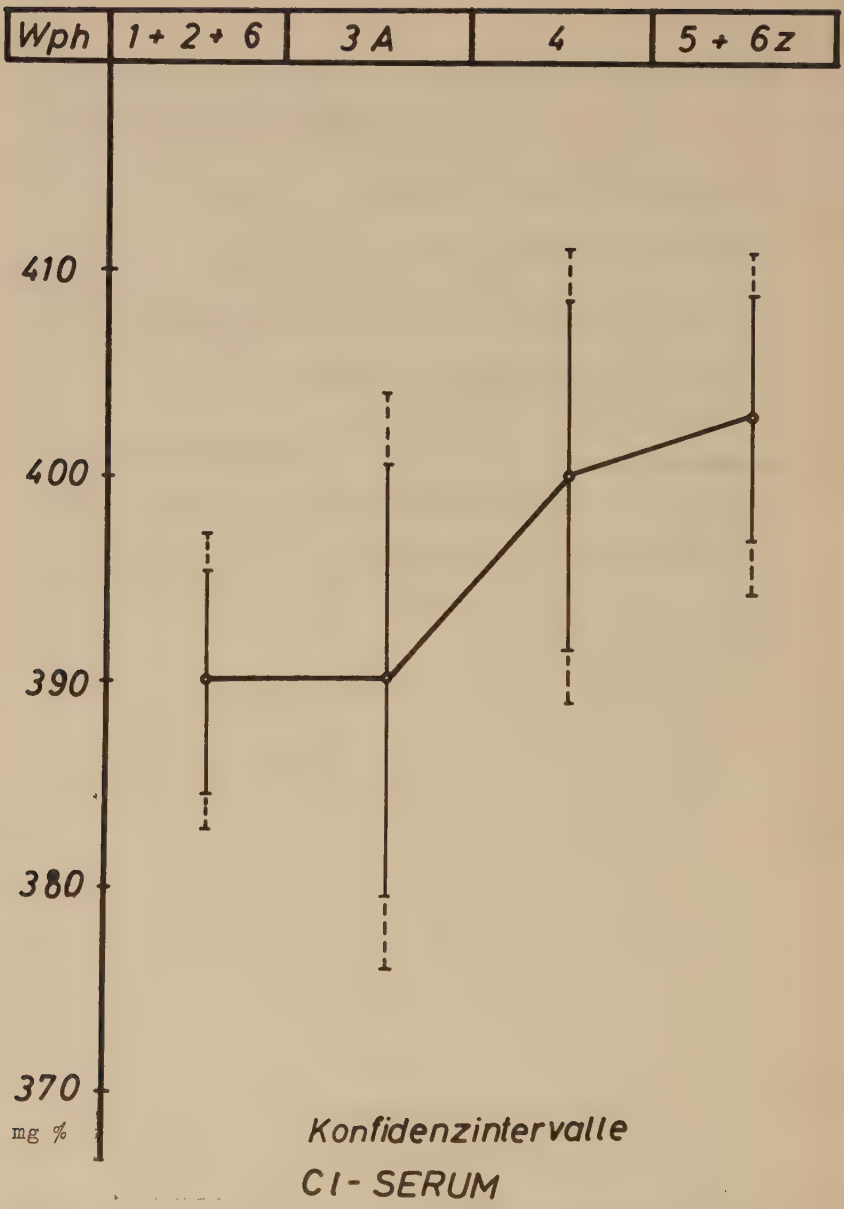
Zunächst wird ein Niveau durch die Wahl einer Konfidenzzahl f(5%,1%) gewählt und die Zahl c bestimmt.

| | 0,90 | 0,95 | 0,99 | 0,999 |
|---|---|---|---|---|
| c | 1,645 | 1,960 | 2,576 | 3,291 |

Zu dem dazugehörigen Mittelwert $\mu$ und der Standardabweichung $\delta = s^2$ wird a bestimmt gemäß $a = c \times \delta \sqrt{n}$

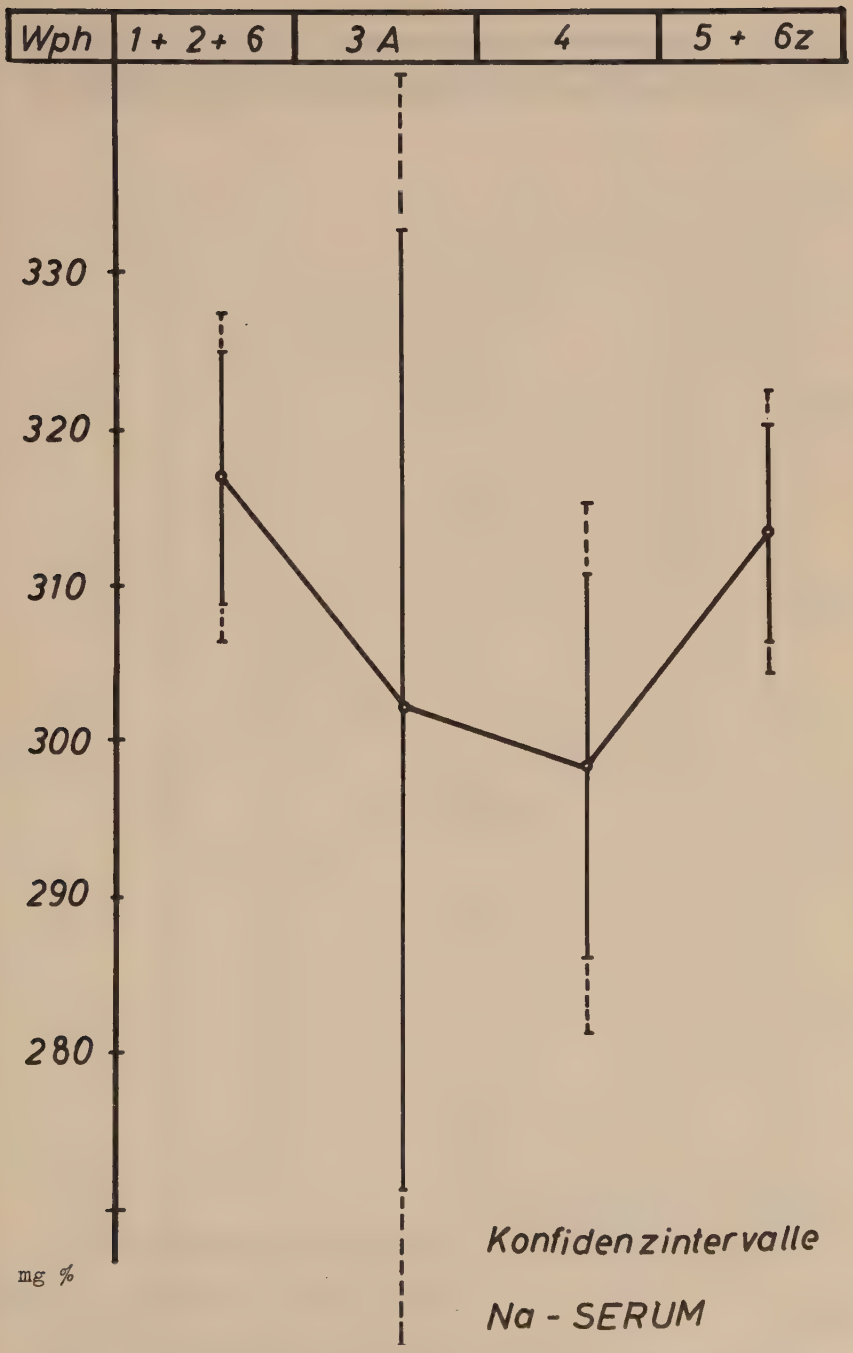
( n = Anzahl der Stichprobenwerte) und damit dann das Konfidenzintervall bestimmt.

Konf. $\{\mu - a \leq \mu' \leq \mu + a\}$



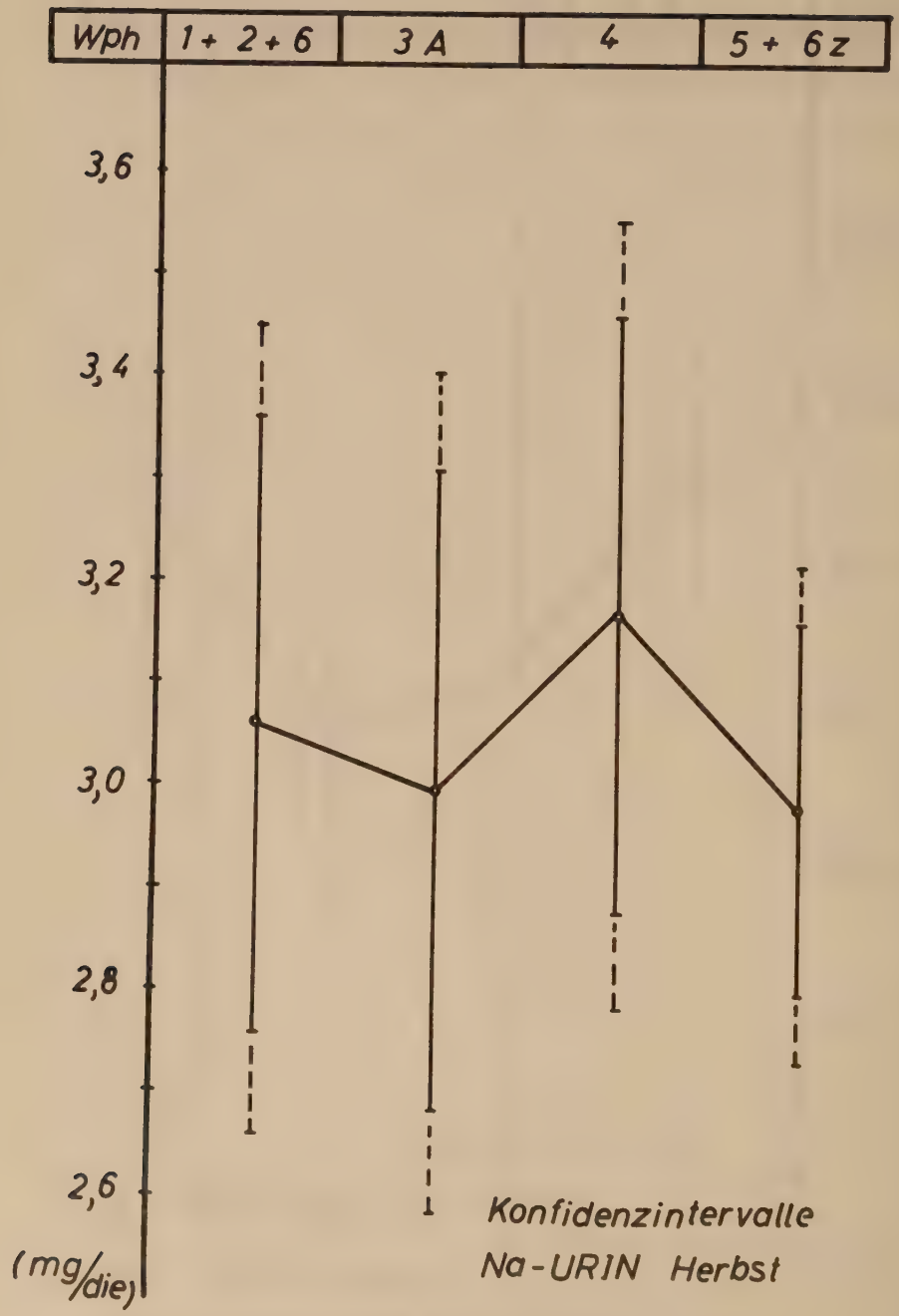

Wph = Wetterphase, mg Cl pro 1oo mg Serum, o = Mittelwerte,

---- bei $\alpha$ = 1% , ——— bei $\alpha$ = 5%,



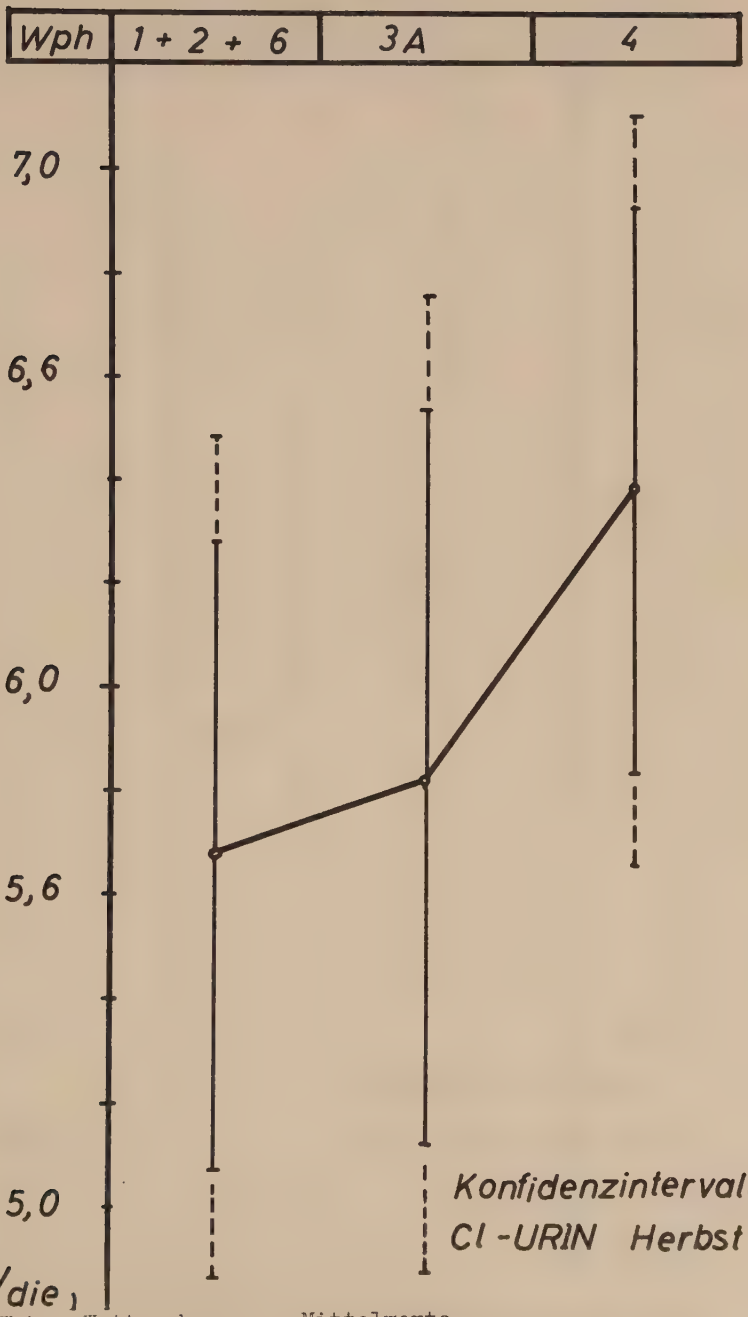

Wph = Wetterphase, mg Na pro 100 mg Serum, o = Mittelwerte,

---- bei $\alpha$ = 1%, —— bei $\alpha$ = 5%,



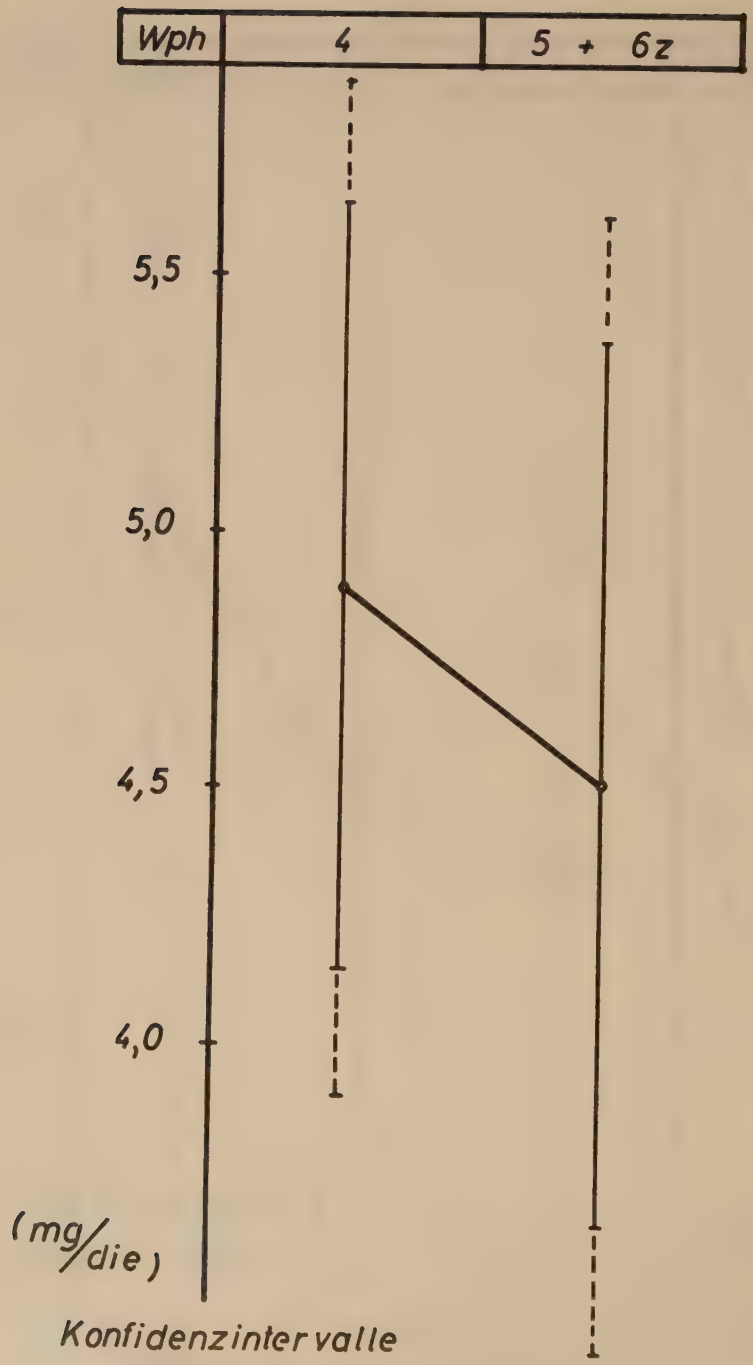

Wph = Wetterphase, o = Mittelwerte,

---- bei $\alpha$ = 1%, ——— bei $\alpha$ =5%,

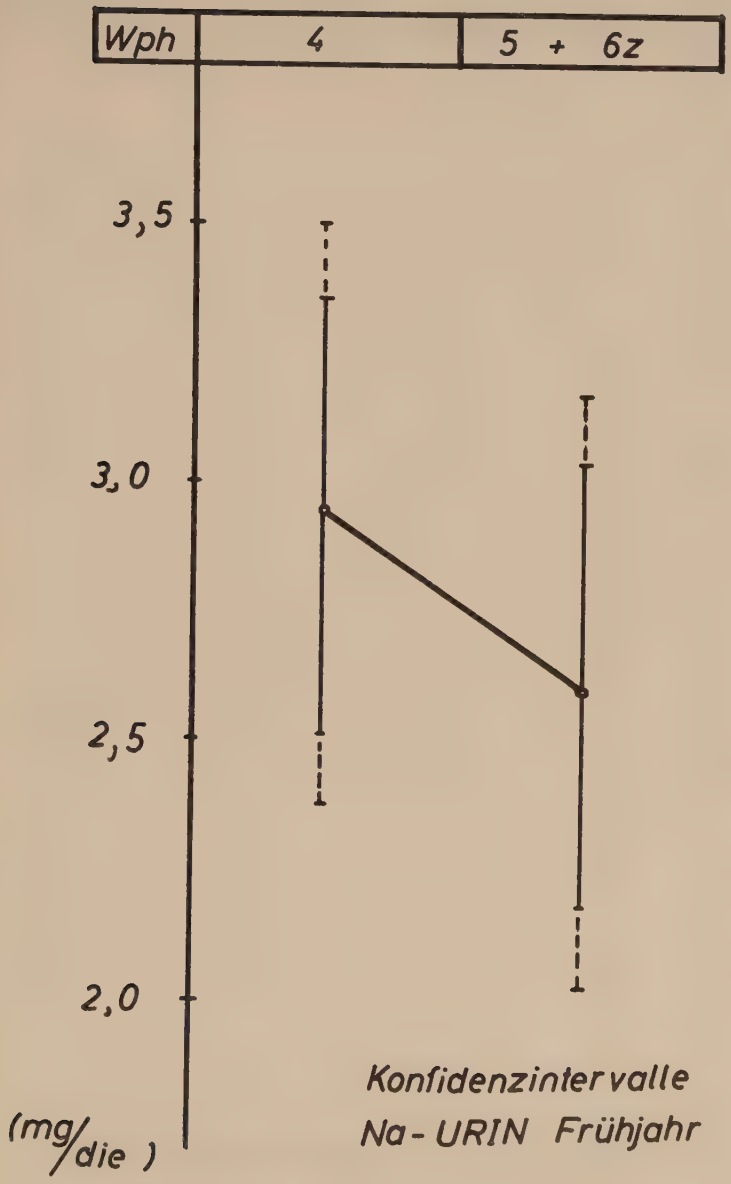



Wph = Wetterphase, o = Mittelwerte,

---- bei $\alpha$=1%, —— bei $\alpha$ =5%,

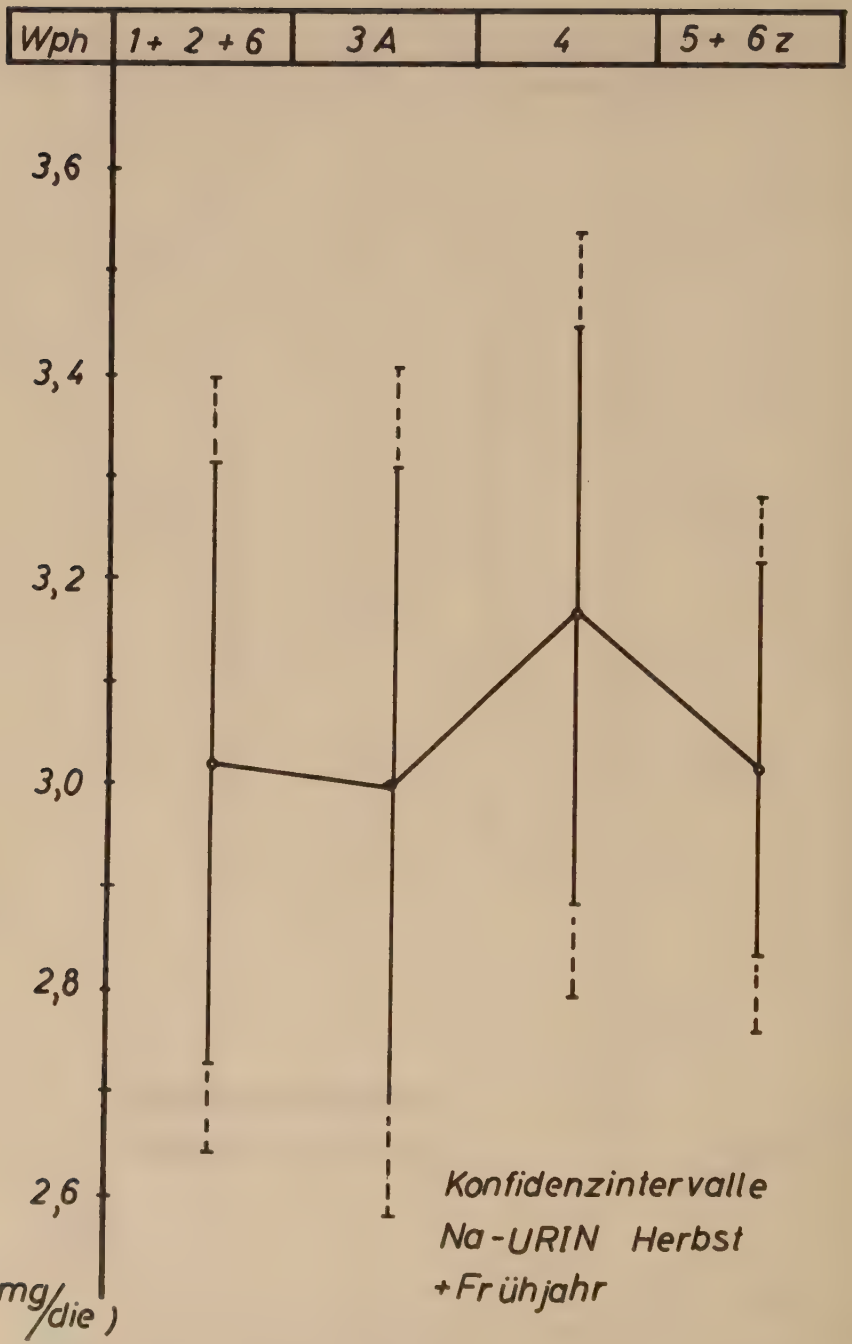



Konfidenzintervalle
Cl - URIN Frühjahr
Wph = Wetterphase, o = Mittelwerte,



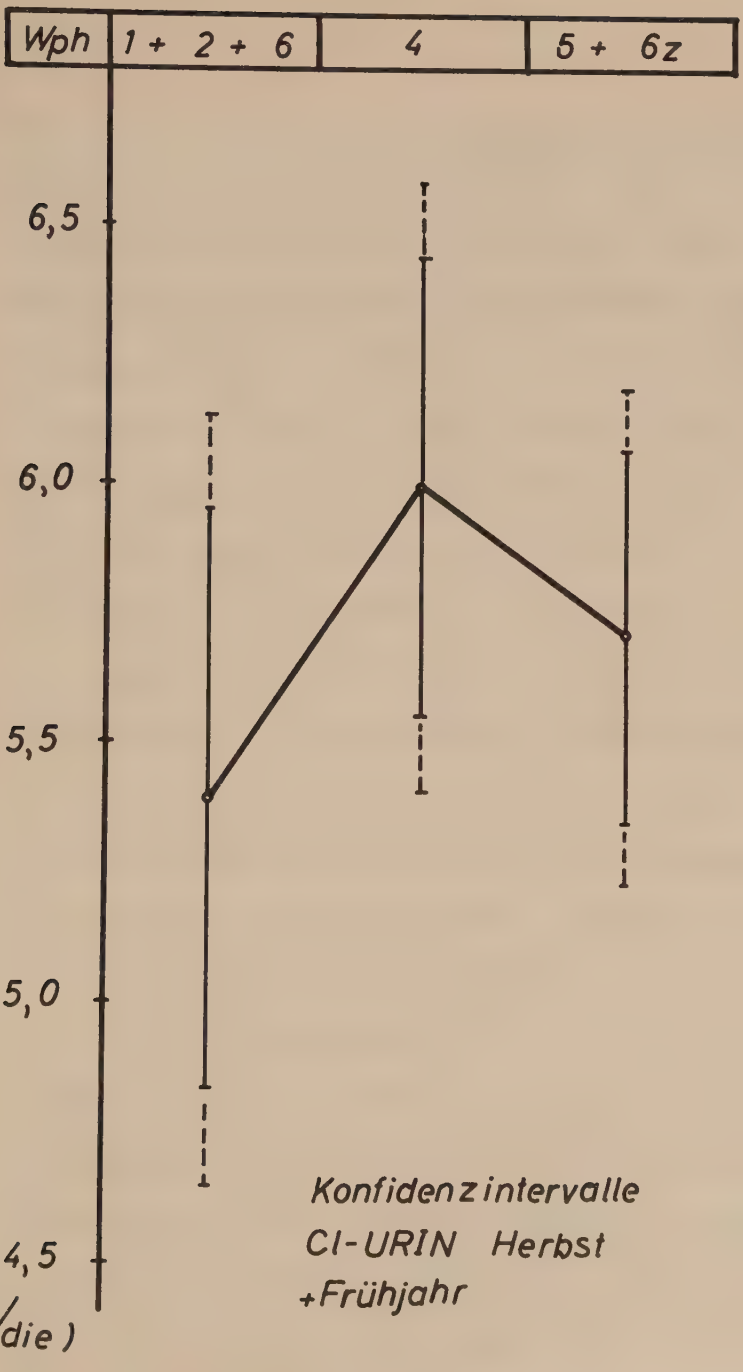

Wph = Wetterphase, ○ = Mittelwerte,

– – – – bei $\alpha$ = 1%, —— bei $\alpha$ = 5%,




Wph = Wetterphase, o = Mittelwerte,

---- bei $\alpha$ = 1%, ——— bei $\alpha$ =5%,




Wph = Wetterphase, o = Mittelwerte,

---- bei $\alpha$ = 1%, ——— bei $\alpha$ = 5%,

Auswertung der Ergebnisse

In dieser Arbeit sollte geprüft werden, ob der Gehalt an $Na^+$ und $Cl^-$ im Serum sowie die Ausscheidung von $Na^+$ und $Cl^-$ im Urin vom Wettergeschehen abhängig sind. Die statistische Prüfung mit Hilfe der Varianzanalyse ergab signifikante Unterschiede der Mittelwerte im Falle der Cl-Serum-Werte bei den Wetterphasen 5+6Z und 1+2+6 und bei den WPH 5+6Z und 3A. Bei den Wetterphasen 5+6Z und 3A ergab sich ein signifikanter Unterschied der Cl-Serum-Mittelwerte zu einer Signifikanzzahl $\alpha = 5\%$ und bei den Wetterphasen 5+6Z und 1+2+6 (ein signifikanter Unterschied der Mittelwerte) sogar zu einer Signifikanzzahl von $\alpha = 1\%$. Das bedeutet, daß im ersten Falle die Hypothese, daß sich die Mittelwerte signifikant unterscheiden, mit einem Risiko von 5% und im zweiten Falle nur mit einem Risiko von 1% statistisch gesichert ist. Die in diesen Fällen erhaltenen Ergebnisse stellen eine recht deutliche Aussage im Sinne der Hypothese dar und sind mit einem minimalen Risiko behaftet. Für alle anderen erhaltenen Untersuchungsergebnisse ergab die Varianzanalyse sowohl im Falle der Na-Serum-Mittelwerte und Na-Urin-Mittelwerte als auch der Cl-Serum und Cl-Urin-Mittelwerte zu den korrelierten Wetterphasen eine Aussage im Sinne der Alternativ-Hypothese, d.h. es ergab sich kein signifikanter Unterschied zwischen den jeweiligen Mittelwerten. In diesen Fällen konnte keine genügend statistisch gesicherte Aussage zugunsten der Ausgangshypothese fallen, da diese sonst mit einem nicht mehr sinnvollen Risiko behaftet wäre.

Es ist durchaus zulässig und üblich,daß man im Falle der erhaltenen nichtsignifikanten Unterschiede weitere Untersuchungen durchführt,die nicht die strenge Aussagekraft der Varianzanalyse haben.Dies bietet den Vorteil,daß erstens die bereits durch die strenge Varianzanalyse erbrachten signifikanten Unterschiede noch einmal verifiziert werden können und zum zweiten die Möglichkeit bietet,in den anderen Fällen gewisse Tendenzen und Zusammenhänge aufzuzeigen.Der hier zusätzlich angewandte Konfidenzintervalltest bestätigt noch einmal jetzt anschaulich die Sachlage im Falle von Cl-Serum in den Wetterphasen 5+6Z , 1+2+6 und 5+6Z , 3A. In beiden Fällen ist der Cl-Gehalt im Serum in der Wetterphase 5+6Z(starke Kaltluftadvektion) angestiegen.Hier überlappen sich die ermittelten Konfidenzintervalle entweder überhaupt nicht oder nur ganz geringfügig.Dies läßt immer auf einen signifikanten Unterschied der Mittelwerte schließen.Läßt man nun zur Feststellung von Tendenzen zu (was durchaus üblich ist(Lothar Sachs[2o] )),daß sich die Intervalle bis zur Hälfte oder weniger überlappen,so kann in folgenden Fällen eine Tendenz zur Abhängigkeit vom Wetter festgestellt werden:

1) Zusätzlich zu den oben angeführten Aussagen über Cl-Serum kann man feststellen(Abb.S. 5o ),daß das größere Konfidenzintervall der Wetterphase 4 das kleinere Intervall der Wetterphase 1+2+6 gar nicht mal zur Hälfte überlappt. Dies spricht für einen ansteigenden Gehalt von $Cl^-$ bei $\alpha$ =5%(durchgezogene Linie) in der Wetterphase 4,der biolo-

gisch ungünstigen Wetterphase mit aufkommendem Wetterumschlag.

2) Aus der graphischen Darstellung (Seite51 ) kann man entnehmen,daß das Konfidenzintervall der Wetterphase 4 das viel kleinere Konfidenzintervall der Wetterphase 1+2+6 im Falle des Na-Gehalts im Serum bei $\alpha = 5\%$ nur wenig überlappt.Dies deutet darauf hin,daß der Na-Gehalt im Serum der biologisch ungünstigen Wetterphase 4 geringer ist als der der Wetterphase 1+2+6.Analog verhalten sich die Konfidenzintervalle der Wetterphase 4 zu 5+6Z.Hier überlappt das größere Konfidenzintervall der Wetterphase 4 das kleinere Konfidenzintervall der Wetterphasen 5+6Z bei $\alpha = 5\%$ gar nicht mal zur Hälfte. Das läßt darauf schließen,daß der Na-Gehalt im Serum in der Wetterphase 5+6Z bezüglich der Wetterphase 4 angestiegen ist.Die Wetterphase 5+6Z ist durch einen Wetterumschlag mit Durchzug einer Kaltfront an der Rückseite eines Tiefdruckgebietes gekennzeichnet.

3) Bei dem Konfidenzintervalltest von $Cl^-$ im Urin Herbst kann man eine vermehrte Ausscheidung von $Cl^-$ in der biologisch ungünstigen Wetterphase 4 bezüglich der Wetterphase 1+2+6 feststellen,da sich hier die Konfidenzintervalle ebenfalls nicht bis zur Hälfte überlappen.

Die letzten obigen Ausführungen stellen lediglich gewisse Tendenzen dar.Es wäre durchaus sinnvoll und interessant eben diese,durch die Varianzanalyse nicht erwiesenen Abhängigkeiten,näher zu untersuchen.Dies würde hier bedeuten,daß die Untersuchungen über einen längeren

Zeitraum angestellt werden, sodaß die einzelnen Wetterphasen im statistischen Mittelwert gleich oft vorkommen.

Diskussion

Bei einer abschließenden Betrachtung der Abhängigkeiten bzw.Tendenzen läßt sich feststellen,daß der Elektrolythaushalt bei biologisch ungünstigen Wetterphasen(3A,4, 5+6Z) gegenüber günstigen(1+2+6) gestört ist.Dieses Ergebnis stimmt mit der Aussage Brezowskys überein. "Brezowsky (1960) unterscheidet eine ungestörte Wettergruppe der Phasen 1,2+6,die die advektionsfreien Wettervorgänge ohne wesentliche Änderung des Temperatur-Feuchte-Milieus zusammenfaßt.Es fehlt die Zufuhr fremder Luftkörper,so daß sich die 24-stündige Periodik der meteorologischen Elemente mehr oder minder stark ausprägen kann.Die Biotropie einer solchen Biosphäre entspricht etwa dem Normalmaß an Reizen,wie sie zur Aufrechterhaltung der Lebensvorgänge notwendig ist.Die biololgischen Reaktionen zeigen hier im statistischen Mittelwert eine Verringerung der Befindensstörungen gegenüber dem Erwartungswert(biologisch günstige Wetterphasen).Umgekehrt sind die Wetterphasen 3,4,5+6Z mit der Advektion fremder Luftkörper verbunden,welche die Periodik der meteorologischen Elemente zerstören. Die Biotropie dieser Phasen führt auf Grund ihrer erhöhten Reizstärke zu einer pathogenen Belastung und damit im statistischen Mittel zu einer Vermehrung der Befindensstörungen(biologisch ungünstige Wetterphasen)." (zit.nach Maurer 16)

Wie schon in dem früheren Kapitel über die Biotropie des Wetters angeführt wurde,ist der Angriffspunkt des

Wetters auf den Organismus im vegetativen Nervensystem zu suchen.Dies wird in zahlreichen wissenschaftlichen Arbeiten bestätigt.Unter anderen konnten Brunnhölzl, Schedel und Ungeheuer (6) zeigen,daß die Kapillardurchblutung,die vom Vegetativum gesteuert wird,vom Wettergeschehen beeinflußt wird.Ebenso wies Renner(18) einen deutlichen Wettereinfluß auf das Vegetativum nach bei ihren Untersuchungen über Blutdruck,Puls und Handvolumenänderungen.

Sucht man den möglichen Angriffspunkt des Wetters auf den Organismus in bezug auf die Regulation des Elektrolythaushalts,so muß man sich die nervöse Steuerung der Niere vor Augen halten,die auf rein sympathischem Wege durch den n.splanchnicus erfolgt.Das Zentrum des n. splanchnicus liegt in der medulla oblongata und ihm soll der Hypothalamus übergeordnet sein.Lewy und Gassman(14) konnten an Hand von Katzenversuchen zeigen,daß nach einer unilateralen Stimulierung des supraoptischen Nucleus des Hypothalamus eine anhaltende Erhöhung der Chloridkonzentration im Serum zu beobachten war.

Mandl(15) behauptet sogar,daß sich im Hypothalamus zwei unterschiedliche Zellgruppen befinden,bei Reizung der vorderen Zellgruppen würden vagale Effekte ausgelöst und bei Reizung der hinteren rein sympathische.

Es kann also mit Bestimmtheit der Hypothalamus als primärer Angriffspunkt des Wetters auf den Organismus angenommen werden.Von hier aus können dem vegetativen,animalischen und sensorischen Nervensystem Impulse erteilt werden.Die

Reaktion des einzelnen Organismus auf bestimmte Reize hängt von der jeweiligen subjektiven Ausgangslage ab.

Literaturverzeichnis


1) Baur,F. Störungen des vegetativen Nervensystems und Wettergeschehen Arch.physik.Therapie 3,31-36,1951

2) Beisel,W.R.und Goldman,R.F.und Joy,J.O. Metabolic balance studies during induced hyperthermie in man J.Appl.Physiol.24,1-1o,1968

3) Boylan und Deetjen und Kramer Salz-und Wasserhaushalt in: Gauer-Kramer-Jung Niere und Wasserhaushalt,Bd.7 München,Berlin,Wien 197o Urban & Schwarzenberg

4) Brezowsky,H. Meteorologische und biologische Analysen nach der Tölzer Arbeitsmethode Met.Rundschau 18,(5)132-143,1965

5) Brezowsky,H. Die Abhängigkeit des Herzinfarkts von Klima,Wetter und Jahreszeit Arch.für Kreislaufforschung 47, 159-188,1965

6) Brunnhölzl,K., Schedel,F. und Ungeheuer,H. Wetter und Durchblutung Mchn.Med.Wchschrft. 94,2o73,1952

7) Fladung,H.J. Plötzlicher Herztod und Wetter Arch.Met.Geophys.Bioklimat.B 4, 84-96,1952

8) Flohn,H. zit.nach Ungeheuer

9) Geigy Documenta Geigy, Wissenschaftliche Tabellen,561,Basel

| | | |
|---|---|---|
| 1o) | Harth,O.und Kreienberg,W. | Harnbereitung und Harnausscheidung in: Landois-Rosemann Lehrbuch der Physiologie München,Berlin 196o |
| 11) | Katz,K. | Appendicitis acuta und Wettereinflüsse München 1964,Med.F.Diss. |
| 12) | Kleinschmidt,A. | Krankheiten des Harnapparates in: Denning Lehrbuch der Inneren Medizin Bd.2,7.Auflage Georg Thieme Verlag Stuttgart 1966 |
| 13) | Kreyszig,E. | Statistische Methoden und ihre Anwendungen Vanderhaeck & Rupprecht |
| 14) | Lewy,F.H. und F.K.Gassman | Experiments on the Hypothalamic Nuclei in the Regulation of the Chloride and Sugar Metabolism. Amer.Physiol.112,5o4-51o,1935 |
| 15) | Mandl | Blockade und Chirugie des Sympathikus Springer Verlag,Wien 1953 |
| 16) | Maurer,G.und Bernett,P. | Wetter und Jahreszeit in der Chirugie 2.Auflage 1966 Ferdinand Enke Verlag Stuttgart |
| 17) | Pfleiderer,H. | zit.nach Maurer |

18) Renner,H. Experimentelle Untersuchungen mittels der Handvolumenmessung und gleichzeitiger Kontrolle von Blutdruck und Puls im Rahmen des Wetter-Mensch-Problems
München 1953,Med.F.Diss.

19) De Rudder,B. Grundriß einer Meteorobiologie des Menschen
3.Auflage 1952,Springer Berlin

2o) Sachs,L. Statistische Methoden
Springer Verlag Berlin 197o

21) Schedel,F., Schmalzl,A., Ungeheuer,H., Walbrunn,M. Die Abhängigkeit der Magen-Duodenal-Perforationen von Wettererscheinungen
Mchn.Med.Wchschrft.98,1457,1956

22) Schwab,M.und Kühns,K. Störungen des Wasser und Elektrolytstoffwechsels
Berlin 1959

23) Teng,H.C.und Heyer,H.E. Die Beziehungen zwischen plötzlichen Wetteränderungen und dem Auftreten von akuten Herzinfarkten
Amer.Heart.J.49,9-2o,1955

24) Ungeheuer,H. Ein meteorologischer Beitrag zu Grundproblemen der Medizin-Meteorologie
Med.Meteorologische Hefte,2,26-29,1956

25) Wolf,O.W. Kalium-,Calcium-und Wasserausscheidung in Abhängigkeit vom Wettergeschehen
München 197o,Med.F.Diss.

## Anhang

Cl Serum 4

| Intervalle $x_1$ | $x_2$ | $b_i$ | $\frac{x-\bar{x}}{\delta}$ | | $F(x) = \phi(\frac{x-\bar{x}}{\delta})$ | | $P_j$ | $\frac{(b_j-e_j)^2}{e_j}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $I_1$ - .. | 369 | \|\|\|\|\| 6 | - | -1,1028 | o | .. o,1357 | o,1357 | o,0046 |
| $I_2$ 369.. | 386 | \|\|\|\|\| 5 | -1,1028 | -o,5027 | o,1357 | .. o,3085 | o,1728 | o,7949 |
| $I_3$ 386.. | 403 | \|\|\|\|\| \|\|\| 13 | -o,5027 | o,0973 | o,3085 | .. o,5398 | o,2313 | o,9378 |
| $I_4$ 403.. | 420 | \|\|\|\|\| \|\|\|\| 10 | o,0973 | o,6974 | o,5398 | .. o,7580 | o,2182 | o,0406 |
| $I_5$ 420.. | + | \|\|\|\|\| \|\|\| 9 | o,6974 | + | o,7580 | .. 1 | o,2420 | o,1899 |
| | | 43 | | | | | 1,0000 | 1,9678 |

Mittelwert: 400,2418

Standardab.: 28,3277

$X^2$ = 1,9678

$\alpha$ = 1%, C= 13,28

Cl Serum 3A

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $I_1$ - .. | 379 | \|\|\|\|\| 5 | - | -o,5215 | o | .. o,3015 | o,3015 | o,0064 |
| $I_2$ 379.. | 394,4 | \|\|\|\|\| \| 6 | -o,5215 | o,1888 | o,3015 | .. o,5753 | o,2738 | o,5984 |
| $I_3$ 394,4.. | + | \|\|\|\|\| 5 | o,1888 | + | o,5753 | .. 1 | o,4247 | o,4742 |
| | | 16 | | | | | 1,0000 | 1,0790 |

Mittelwert:390,3062

Standardab.: 21,6762

$X^2$ = 1,0790

$\alpha$ = 1%, c = 9,21

C1 Serum 1+2+6

| Intervalle $x_1$ | $x_2$ | $b_i$ | $\frac{x-\bar{x}}{\sigma}$ | | $F(x) = \Phi(\frac{x-\bar{x}}{\sigma})$ | $P_j$ | $\frac{(b_j-e_j)^2}{e_j}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $I_1$ - .. | 38o | 𝍸 \| 7 | - | -o,6453 | o .. o,2578 | o,2578 | o,267o |
| $I_2$ 38o.. | 387 | 𝍸 \| 7 | -o,6453 | -o,1973 | o,2578 .. o,42o7 | o,1629 | o,49o8 |
| $I_3$ 387.. | 394 | 𝍸 \| 7 | -o,1973 | o,25o6 | o,42o7 .. o,5987 | o,178o | o,2158 |
| $I_4$ 394.. | 4o1 | 𝍸 5 | o,25o6 | o,6987 | o,5987 .. o,758o | o,1593 | o,o125 |
| $I_5$ 4o1.. | + | 𝍸 \| 7 | o,6987 | + | o,758o .. 1 | o,242o | o,1217 |
| | | 33 | | | | 1,oooo | 1,1o78 |

Mittelwert: 39o,o833

Standardab.: 15,6241

$X^2$ = 1,1o78

$\alpha$ = 1%, C = 13,28

Na Serum 4

| Intervalle $x_1$ | $x_2$ | $b_i$ | $\frac{x-\bar{x}}{\delta}$ | | $F(x) = \phi(\frac{x-\bar{x}}{\delta})$ | | $P_j$ | $(b_j - e_j)^2$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $I_1$ - .. | 26o | 𝍸 5 | - | -o,8935 | o .. | o,1867 | o,1867 | 1,1421 |
| $I_2$ 26o.. | 28o | 𝍸 ||| 8 | -o,8935 | -o,4191 | o,1867.. | o,3372 | o,15o5 | o,361o |
| $I_3$ 28o.. | 3oo | 𝍸 |||| 9 | -o,4191 | o,o551 | o,3372.. | o,5199 | o,1827 | o,1665 |
| $I_4$ 3oo.. | 32o | 𝍸 𝍸 || 12 | o,o551 | o,5295 | o,5199.. | o,7o19 | o,182o | 2,2262 |
| $I_5$ 32o.. | + | 𝍸 |||| 9 | o,5295 | + | o,7o19.. | 1 | o,2981 | 2,o946 |
| | | 43 | | | | | 1,oooo | 5,99o4 |

Mittelwert : 297,6744

Standardfab.: 42,1634

$X^2$ = 5,99o4

$\alpha$ = 1%, C = 13,28

Na Serum 3A

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $I_1$ - .. | 28o | 𝍸 5 | - | -o,3476 | o .. | o.3632 | o,3632 | o,1132 |
| $I_2$ 28o.. | 3oo | 𝍸 5 | -o,3476 | -o,o316 | o,3632.. | o,488o | o,1248 | 4,5168 |
| $I_3$ 3oo.. | + | 𝍸 \| 6 | -o,o316 | + | o,48oo.. | 1 | o,512o | o,5865 |
| | | 16 | | | | | 1,oooo | 5,2165 |

Mittelwert : 3o2,o

Standardab.: 63,2792

$X^2$ = 5,2165

$\alpha$ = 1%, C= 9,21

Na Serum 5+6z

| | Intervalle $x_1$ | $x_2$ | $b_i$ | $\frac{x-\bar{x}}{s}$ | | $F(x) = \phi(\frac{x-\bar{x}}{s})$ | | $P_j$ | $\frac{(h_j - e_j)^2}{e_j}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 10 | - | -0,9237 | 0 | .. 0,1788 | 0,1788 | 0,3831 |
| $I_1$ | - | .. 290 | 5 | -0,9237 | -0,5225 | 0,1788 | .. 0,3015 | 0,1227 | 0,0735 |
| $I_2$ | 290 | .. 300 | 7 | -0,5225 | -0,1212 | 0,3015 | .. 0,4522 | 0,1507 | 0,0006 |
| $I_3$ | 300 | .. 310 | 6 | -0,1212 | 0,2800 | 0,4522 | .. 0,6103 | 0,1581 | 0,2226 |
| $I_4$ | 310 | .. 320 | 11 | 0,2800 | 0,6812 | 0,6103 | .. 0,7517 | 0,1414 | 3,1071 |
| $I_5$ | 320 | .. 330 | 7 | 0,6812 | + | 0,7517 | .. 1 | 0,2483 | 1,7118 |
| $I_6$ | 330 | .. + | 46 | | | | | 1,0000 | 5,4987 |

Mittelwert : 313,0217

Standardab.: 24,921

$X^2 = 5,4987$

$\alpha = 1\%$ , C= 15,09

Na Serum 1+2+6

| Intervalle $x_1$ | $x_2$ | $b_i$ | $\frac{x-\bar{x}}{\delta}$ | | $F(x)=\phi(\frac{x-\bar{x}}{\delta})$ | | $P_j$ | $\frac{(b_j-e_j)^2}{e_j}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $I_1$ - .. | 300 | \|\|\|\| \|\|\| 8 | - | -0,7412 | 0 .. | 0,2296 | 0,2296 | 0,0236 |
| $I_2$ 300.. | 310 | \|\|\|\| \|\| 7 | -0,7412 | -0,3120 | 0,2296.. | 0,3783 | 0,1487 | 0,8926 |
| $I_3$ 310.. | 320 | \|\|\|\| 5 | -0,3120 | 0,1170 | 0,3783.. | 0,5478 | 0,1695 | 0,0629 |
| $I_4$ 320 .. | 330 | \|\|\|\| 5 | 0,1170 | 0,5461 | 0,5478.. | 0,7088 | 0,1610 | 0,0184 |
| $I_5$ 330.. | + | \|\|\|\| \|\|\| 8 | 0,5461 | + | 0,7088.. | 1 | 0,2920 | 0,2777 |
| | | 33 | | | | | 1,0000 | 1,2752 |



Mittelwert : 317,2727

Standardab.: 23,3029

$X^2$ = 1,2752

$\alpha$ = 1% , C = 13,82

Na Urin Herbst/Frühjahr 1+2+6

| | Intervalle $x_1$ | $x_2$ | $b_i$ | $\frac{x-\bar{x}}{\delta}$ | | $F(x) = \Phi(\frac{x-\bar{x}}{\delta})$ | | $P_j$ | $(\frac{b_j-e_j}{e_j})^2$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $I_1$ | - | 1,oo | 9 | - | -1,2921 | o | o,o985 | o,o985 | o,31o7 |
| $I_2$ | 1,oo | 1,7o | 19 | -1,2921 | -o,8338 | o,o985 | o,2o33 | o,1o48 | 4,843o |
| $I_3$ | 1,7o | 2,4o | 16 | -o,8338 | -o,3754 | o,2o33 | o,352o | o,1487 | o,oo77 |
| $I_4$ | 2,4o | 3,1o | 17 | -o,3754 | o,o829 | o,352o | o,5319 | o,1799 | o,393o |
| $I_5$ | 3,1o | 3,8o | 16 | o,o829 | o,5413 | o,5319 | o,7o54 | o,1735 | o,4986 |
| $I_6$ | 3,8o | 4,5o | 12 | o,5413 | o,9997 | o,7o54 | o,8413 | o,1359 | o,5817 |
| $I_7$ | 4,5o | 5,2o | 13 | o,9997 | 1,4581 | o,8413 | o,9279 | o,o866 | 1,2669 |
| $I_8$ | 5,2o | + | 8 | 1,4581 | + | o,9279 | 1 | o,o721 | o,ooo6 |
| | | | 11o | | | | | 1,oooo | 7,9o22 |

Mittelwert : 2,921

Standardab.: 1,5627

$X^2 = 7,9o22$

$\alpha = 1\%$, C = 18,48

Na Urin Herbst/Frühjahr 3A

| Intervalle $x_1$ | $x_2$ | $b_i$ | $\frac{x-\bar{x}}{\delta}$ | | $F(x)=\phi\left(\frac{x-\bar{x}}{\delta}\right)$ | $P_j$ | $\frac{(b_j-e_j)^2}{e_j}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $I_1$ - | .. 1,46 | \|\|\|\| \| 6 | - | -1,2420 | o .. o,1075 | o,1075 | o,0313 |
| $I_2$ 1,46.. | 2,08 | \|\|\|\| \|\|\|\| \|\|\| 13 | -1,2420 | -o,71 | o,1075 .. o,2389 | o,1314 | 3,3198 |
| $I_3$ 2,08.. | 2,7o | \|\|\|\| \| 7 | -o,71 | -o,1779 | o,2389 ..o,4286 | o,1897 | 1,6870 |
| $I_4$ 2,7o.. | 3,32 | \|\|\|\| \|\|\|\| \| 12 | -o,1779 | o,354 | o,4286 .. o,6368 | o,2082 | o,0193 |
| $I_5$ 3,32.. | 3,94 | \|\|\|\| \|\|\|\| 9 | o,354 | o,8861 | o,6368 .. o,8133 | o,1765 | o,2387 |
| $I_6$ 3,94.. | 4,56 | \|\|\|\| \|\|\| 8 | o,8861 | 1,4181 | o,8133 .. o,9222 | o,1089 | o,3289 |
| $I_7$ 4,56.. | + | \|\|\|\| 5 | 1,4181 | + | o,9222 .. 1 | o,o778 | o,o236 |
| | | | | | | 1,oooo | 5,6486 |

Mittelwert : 2,9o74

Standardab.: 1,1653

$X^2$ = 5,6486

$\alpha$ = 1%, C= 16,81

Na Urin Herbst/Frühjahr 4

| Intervalle $x_1$ | $x_2$ | $b_i$ | $\frac{x-\bar{x}}{\sigma}$ | | $F(x) = \Phi(\frac{x-\bar{x}}{\sigma})$ | $P_j$ | $\frac{(b_j-e_j)^2}{e_j}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $I_1$ - | .. 1,5 | 22 | - | -1,0525 | o .. o,1469 | o,1469 | o,0076 |
| $I_2$ 1,5 | .. 2,o | 21 | -1,0525 | -o,7184 | o,1469 .. o,2358 | o,o889 | 4,814 |
| $I_3$ 2,o | .. 2,5 | 13 | -o,7184 | -o,3843 | o,2358 .. o,352o | o,1162 | o,9752 |
| $I_4$ 2,5 | .. 3,o | 18 | -o,3843 | -o,o5o2 | o,352o ..o,48o1 | o,1281 | o,o366 |
| $I_5$ 3,o | .. 3,5 | 24 | -o,o5o2 | o,2838 | o,48o1 .. o,61o3 | o,1382 | 1,2343 |
| $I_6$ 3,5 | .. 4,o | 14 | o,2838 | o,6179 | o,61o3.. o,7324 | o,1221 | o,8687 |
| $I_7$ 4,o | .. 4,5 | 1o | o,6179 | o,952o | o,7324 .. o,8289 | o,o965 | 1,2349 |
| $I_8$ 4,5 | .. + | 25 | o,952o | + | o,8289 .. 1 | o,1711 | o,oooo9 |
| | | 147 | | | | 1,oooo | 1o,o722 |

Mittelwert :3,o752

Standardab. :1,4965

$X^2$= 1o,o722

$\alpha$ = 1%, C= 18,48

Na Urin Herbst/Frühjahr 5+6z

| Intervalle $x_1$ | | $x_2$ | $b_i$ | $\frac{x-\bar{x}}{\delta}$ | | $F(x)=\phi(\frac{x-\bar{x}}{\delta})$ | | | $P_j$ | $\frac{(b_j-e_j)^2}{e_j}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $I_1$ | - | .. 0,5 | 7 | - | -1,7713 | 0 | .. | 0,0384 | 0,0384 | 0,6335 |
| $I_2$ | 0,5 | .. 1,1 | 14 | -1,7713 | -1,3336 | 0,0384 | .. | 0,0918 | 0,0534 | 0,0567 |
| $I_3$ | 1,1 | .. 1,7 | 29 | -1,3336 | -0,8959 | 0,0918 | .. | 0,1841 | 0,0923 | 1,7447 |
| $I_4$ | 1,7 | .. 2,3 | 38 | -0,8959 | -0,4583 | 0,1841 | .. | 0,3228 | 0,1387 | 0,4411 |
| $I_5$ | 2,3 | .. 2,9 | 41 | -0,4583 | -0,0206 | 0,3228 | .. | 0,4920 | 0,1692 | 0,0093 |
| $I_6$ | 2,9 | .. 3,5 | 39 | -0,0206 | 0,4170 | 0,4920 | .. | 0,6628 | 0,1708 | 0,2166 |
| $I_7$ | 3,5 | .. 4,1 | 27 | 0,4170 | 0,8546 | 0,6628 | .. | 0,8023 | 0,1395 | 1,5601 |
| $I_8$ | 4,1 | .. 4,7 | 23 | 0,8546 | 1,2923 | 0,8023 | .. | 0,9032 | 0,1009 | 0,1336 |
| $I_9$ | 4,7 | .. 5,3 | 12 | 1,2923 | 1,7300 | 0,9032 | .. | 0,9582 | 0,0550 | 0,1730 |
| $I_{10}$ | 5,3 | .. + | 16 | 1,7300 | 1 | 0,9582 | .. | 1 | 0,0418 | 3,1787 |
| | | | 246 | | | | | | 1,0000 | 8,1473 |

Mittelwert:2,9283

Standardab.:1,3709

$X^2 = 8,1473$

$\alpha = 1\%$ , C = 21,67

Na Urin Herbst 5+6z

| Intervalle $x_1$ .. $x_2$ | $b_i$ | $\frac{x-\bar{x}}{\sigma}$ | $F(x)=\phi(\frac{x-\bar{x}}{\sigma})$ | $P_j$ | $(\frac{b_j-e_j}{e_j})^2$ |
|---|---|---|---|---|---|
| $I_1$ - .. o,5 | 5 | - -1,8224 | o .. o,o344 | o,o344 | o,6668 |
| $I_2$ o,5.. 1,1 | 1o | -1,8224 -1,3813 | o,o344 .. o,o838 | o,o494 | 9,1598 |
| $I_3$ 1,1.. 1,7 | 26 | -1,3813 -o,94o3 | o,o838 .. o,1736 | o,o898 | 2,7865 |
| $I_4$ 1,7.. 2,3 | 3o | -o,94o3 -o,4992 | o,1736 .. o,3o85 | o,1349 | o,1156 |
| $I_5$ 2,3.. 2,9 | 37 | -o,4922 -o,o582 | o,3o85 .. o,4761 | o,1676 | o,11o9 |
| $I_6$ 2,9.. 3,5 | 31 | -o,o582 o,3828 | o,4761 .. o,648o | o,1719 | o,6757 |
| $I_7$ 3,5.. 4,1 | 25 | o,3828 o,8238 | o,648o .. o,7939 | o,1459 | o,9895 |
| $I_8$ 4,1.. 4,7 | 2o | o,9238 1,2649 | o,7939 .. o,898o | o,1o41 | o,1418 |
| $I_9$ 4,7.. 5,3 | 9 | 1,2649 1,7o59 | o,898o .. o,9564 | o,o584 | o,8419 |
| $I_{1o}$ 5,3.. + | 15 | 1,7o59 + | o,9564 .. 1 | o,o436 | 3,8o4o |
| | 2o8 | | | 1,oooo | 19,9593 |

Mittelwert :2,9792

Standardab.:1,36o4

$X^2$ = 19,9593

$\alpha$ = 1%,C= 21,67

Na Urin Herbst 1+2+6

| Intervalle $x_1$ | $x_2$ | $b_i$ | $\frac{x-\bar{x}}{\sigma}$ | | $F(x)=\phi(\frac{x-\bar{x}}{\sigma})$ | | $P_j$ | $\frac{(b_j-e_j)^2}{e_j}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $I_1$ - | .. 1,o | 8 | - | -1,3742 | o | .. o,o853 | o,o853 | o,oo43 |
| $I_2$ 1,o.. | 1,7 | 13 | -1,3742 | -o,9o79 | o,o853 | .. o,1814 | o,o961 | 1,5441 |
| $I_3$ 1,7.. | 2,4 | 15 | -o,9o79 | -o,4416 | o,1814 | .. o,33oo | o,1486 | o,o378 |
| $I_4$ 2,4.. | 3,1 | 14 | -o,4416 | o,o245 | o,33oo | .. o,5o8 | o,178 | o,558 |
| $I_5$ 3,1.. | 3,8 | 15 | o,o245 | o,49o8 | o,5o8 | .. o,6879 | o,1799 | o,2984 |
| $I_6$ 3,8.. | 4,5 | 11 | o,49o8 | o,9571 | o,6879 | .. o,8315 | o,1436 | o,5628 |
| $I_7$ 4,5.. | 5,2 | 13 | o,9571 | 1,4233 | o,8315 | .. o,9222 | o,o9o7 | 2,1164 |
| $I_8$ 5,2.. | + | 7 | 1,4233 | + | o,9222 | .. 1 | o,o778 | o,o294 |
| | | 96 | | | | | 1,oooo | 5.1512 |

Mittelwert: 3,o631

Standardab.:1,5o13

$X^2$= 5,1512

$\alpha$ = 1%, C= 1848

$N_a$ Urin Herbst 4

| | Intervalle $x_1$ | | $x_2$ | $b_i$ | $\frac{x-\bar{x}}{\delta}$ | | $F(x)=\phi(\frac{x-\bar{x}}{\delta})$ | | | $P_j$ | $\frac{(b_j-e_j)^2}{e_j}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $I_1$ | - | .. | 1,5 | 15 | - | -1,076 | o | .. | o,1401 | o,1401 | o,oooo |
| $I_2$ | 1,5 | .. | 2,o | 15 | -1,076 | -o,7535 | o,1401 | .. | o,2266 | o,o865 | 3,5653 |
| $I_3$ | 2,o | .. | 2,5 | 9 | -o,7535 | -o,431 | o,2266 | .. | o,3336 | o,1o7o | 2,5238 |
| $I_4$ | 2,5 | .. | 3,o | 15 | -o,431 | -o,1o84 | o,3336 | .. | o,4562 | o,1226 | o,2699 |
| $I_5$ | 3,o | .. | 3,5 | 14 | -o,1o84 | o,214 | o,4562 | .. | o,5832 | o,127o | o,o124 |
| $I_6$ | 3,5 | .. | 4,o | 12 | o,214 | o,5365 | o,8532 | .. | o,7o54 | o,1222 | o,o884 |
| $I_7$ | 4,o | .. | 4,5 | 7 | o,5365 | o,859 | o,7o54 | .. | o,8o51 | o,o997 | 1,2611 |
| $I_8$ | 4,5 | .. | + | 2o | o,859 | + | o,8o51 | .. | 1 | o,1949 | o,o349 |
| | | | | 1o7 | | | | | | 1,ooo | 5,7558 |

Mittelwert :3,1682

Standardab.:1,55o3

$X^2$ = 5,7558

$\alpha$ = 1%, C= 18,48

Na Urin Herbst 3A

| Intervalle $x_1$ | $x_2$ | $b_i$ | $\frac{x-\bar{x}}{\sigma}$ | | $F(x)=\phi(\frac{x-\bar{x}}{\sigma})$ | $P_j$ | $\frac{(b_j-e_j)^2}{e_j}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $I_1$ - | .. 2,08 | 𝍸 𝍸 \| 16 | - | -0,7719 | 0 .. 0,2206 | 0,2206 | 1,5874 |
| $I_2$ 2,08 | .. 2,70 | 𝍸 \| 6 | -0,7719 | -0,2489 | 0,2206 .. 0,4013 | 0,1807 | 1,336 |
| $I_3$ 2,70 | .. 3,32 | 𝍸 𝍸 9 | -0,2489 | 0,274 | 0,4013 .. 0,6064 | 0,2051 | 0,3217 |
| $I_4$ 3,32 | .. 3,94 | 𝍸 𝍸 9 | 0,274 | 0,7971 | 0,6064 .. 0,7881 | 0,1817 | 0,0412 |
| $I_5$ 3,94 | .. 4,56 | 𝍸 𝍸 8 | 0,7971 | 1,3201 | 0,7881 .. 0,9066 | 0,1185 | 0,4717 |
| $I_6$ 4,56 | .. + | 𝍸 5 | 1,3201 | + | 0,9066 .. 1 | 0,0934 | 0,0005 |
| | | 53 | | | | 1,0000 | 3,7575 |

Mittelwert : 2,9951

Standardab.: 1,1854

$X^2$= 3,7575

$\alpha$ = 1% ,C= 15,09

Na Urin Frühjahr 4

| Intervalle $x_1$ | $x_2$ | $b_i$ | | $\frac{x-\bar{x}}{\delta}$ | | $F(x)=\phi(\frac{x-\bar{x}}{\delta})$ | | $P_j$ | $(b_j-e_j)^2$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $I_1$ -. | .. 1,8 | ⧻\|\| | 11 | - | -o,7728 | o | .. o,22o6 | o,22o6 | o,5366 |
| $I_2$ 1,8 | .. 2,6 | ⧻\| | 7 | -o,7728 | -o,17o4 | o,22o6 | .. o,4325 | o,2119 | o,257 |
| $I_3$ 2,6 | .. 3,4 | ⧻⧻ | 1o | -o,17o4 | o,4318 | o,4325 | .. o,6664 | o,2339 | o,o443 |
| $I_4$ 3,4 | .. 4,2 | ⧻\| | 6 | o,4318 | 1,o342 | o,6664 | .. o,8485 | o,1821 | o,2263 |
| $I_5$ 4,2 | .. + | ⧻\| | 6 | 1,o342 | + | o,8485 | .. 1 | o,1515 | o,ooo5 |
| | | | 4o | | | | | 1,oooo | 1,o647 |

Mittelwert:2,8264

Standardab.:1,3281

$X^2$ = 1,o647

$\alpha$ = 1% ,C= 13,28

Na Urin Frühjahr 5+6z

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $I_1$ - | .. o,95 | 5 | - | -1,2o41 | o | .. o,1151 | o,1151 | o,o896 |
| $I_2$ o,95 | .. 2,15 | 11 | -1,2o41 | -o,3543 | o,1151 | .. o,3632 | o,2481 | o,2621 |
| $I_3$ 2,15 | .. 3,35 | 11 | -o,3543 | o,4954 | o,3632 | .. o,6915 | o,3283 | o,1744 |
| $I_4$ 3,35 | .. 4,55 | 5 | o,4954 | 1,3452 | o,6915 | .. o,9115 | o,22 | 1,35o4 |
| $I_5$ 4,55 | .. + | 6 | 1,3452 | + | o,9115 | -. 1 | o,o885 | 2,o677 |
| | | 38 | | | | | 1,oooo | 3,9442 |

Mittelwert :2,65o4

Standardab.: 1,4121

$X^2$ = 3,9442

$\alpha$ = 1%,C= 13,28

Cl Urin Herbst 3A

| Intervalle $x_1$ | $x_2$ | $b_i$ | $\frac{x-\bar{x}}{\sigma}$ | | $F(x)=\phi(\frac{x-\bar{x}}{\sigma})$ | $P_j$ | $\frac{(b_j-e_j)^2}{e_j}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $I_1$ - | .. 3,4o | \|\|\|\| \|\| 11 | - | -o,912 | ö .. o,1814 | o,1814 | o,1997 |
| $I_2$ 3,4o.. | 4,5o | \|\|\|\| 5 | -o,912 | -o,4985 | o,1814 .. o,3o85 | o,1271 | o,4475 |
| $I_3$ 4,5o.. | 5,6o | \|\|\|\| \| 7 | -o,4985 | -o,o851 | o,3o85 .. o,4641 | o,1556 | o,1884 |
| $I_4$ 5,6o.. | 6,7o | \|\|\|\| \|\|\|\| 14 | -o,o851 | o,3282 | o,4641 .. o,6293 | o,1652 | 3,1412 |
| $I_5$ 6,7o.. | 7,8o | \|\|\|\| 5 | o,3282 | o,7416 | o,6293 .. o,77o4 | o,1411 | o,8213 |
| $I_6$ 7,8o.. | 8,9o | \|\|\|\| 5 | o,7416 | 1,1551 | o,77o4 .. o,877 | o,1i66 | o,o747 |
| $I_7$ 8,9o.. | + | \|\|\|\| \| 6 | 1,1151 | + | o,877 .. 1 | o,123 | o,o413 |
| | | 53 | | | | 1,oooo | 4,9141 |

Mittelwert : 5,8266

Standardab.: 2,66o7

$X^2$ = 4,9141

$\alpha$ = 1%, C= 16,81

Cl Urin Herbst 4

| Intervalle $x_1$ | $x_2$ | $b_i$ | $\frac{x-\bar{x}}{\sigma}$ | | $F(x)=\phi(\frac{x-\bar{x}}{\sigma})$ | $P_j$ | $(b_j-e_j)^2$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $I_1$ - | .. 2,66 | \|\|\|\|\| 6 | - | -1,2718 | o .. o,1o2 | o,1o2 | 2,2125 |
| $I_2$ 2,66 | .. 3,92 | \|\|\|\|\| \|\|\|\|\| 2o | -1,2718 | -o,8413 | o,1o2 .. o,2oo5 | o,o985 | 8,4919 |
| $I_3$ 3,92 | .. 5,18 | \|\|\|\|\| \|\|\|\|\| \|\|\|\|\| 16 | -o,8413 | -o,41o8 | o,2oo5 .. o,34o9 | o,14o4 | o,o635 |
| $I_4$ 5,18 | .. 6,44 | \|\|\|\|\| \|\|\|\|\| \|\|\|\| 14 | -o,41o8 | o,o195 | o,34o9 .. o,5o8 | o,1671 | o,8418 |
| $I_5$ 6,44 | .. 7,7o | \|\|\|\|\| \|\|\|\|\| \|\|\|\|\| 2o | o,o195 | o,45 | o,5o8 .. o,6736 | o,1656 | o,2935 |
| $I_6$ 7,7o | .. 8,96 | \|\|\|\|\| \|\|\|\|\| 1o | o,45 | o,88o4 | o,6736 .. o,8196 | o,146 | 2,o232 |
| $I_7$ 8,96 | ..1o,22 | \|\|\|\|\| \|\|\|\| 9 | o,88o4 | 1,31o9 | o,8196 .. o,9o49 | o,o853 | o,oo17 |
| $I_8$ 1o,22 | ..11,48 | \|\|\|\|\| 6 | 1,31o9 | 1,7414 | o,9o49 .. o,9591 | o,o542 | o,oo69 |
| $I_9$ 11,48 | .. + | \|\|\|\|\| 6 | 1,7414 | + | o,9591 .. 1 | o,o4o9 | o,6o24 |
| | | 1o7 | | | | 1,oooo | 14,5374 |

Mittelwert :6,3827

Standardab.:2,9271

$X^2$= 14,5374

$\alpha$ = 1%,C= 2o,o9

Cl Urin Herbst 1+2+6

| Intervalle $x_1$ | $x_2$ | $b_i$ | $\frac{x-\bar{x}}{\sigma}$ | | $F(x)=\phi(\frac{x-\bar{x}}{\sigma})$ | $P_j$ | $(b_j-e_j)^2$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $I_1$ - | ..1,5 | \|\|\|\| 6 | - | -1,3706 | o .. o,o853 | o,o853 | o,585 |
| $I_2$ 1,5 | ..2,5 | \|\|\|\| \|\|\|\| 9 | -1,3706 | -1,043 | o,o853 .. o,1492 | o,o639 | 1,3386 |
| $I_3$ 2,5 | ..3,5 | \|\|\|\| \|\|\|\| \| 11 | -1,043 | -o,7153 | o,1492 .. o,2358 | o,o866 | o,868 |
| $I_4$ 3,5 | ..4,5 | \|\|\|\| \|\|\|\| 8 | -o,7153 | -o,3877 | o,2358 ..o,3483 | o,1125 | o,7259 |
| $I_5$ 4,5 | ..5,5 | \|\|\|\| \|\|\|\| \|\|\|\| 15 | -o,3877 | -o,o6o1 | o,3483 .. o,4761 | o,1278 | o,6o8 |
| $I_6$ 5,5 | ..6.5 | \|\|\|\| \|\|\|\| 1o | -o,o6o1 | o,2674 | o,4761 .. o,6o64 | o,13o3 | o,5o31 |
| $I_7$ 6,5 | ..7,5 | \|\|\|\| \|\|\|\| \|\|\|\| 15 | o,2674 | o,595 | o,6o64 .. o,7257 | o,1193 | 1,o986 |
| $I_8$ 7,5 | ..8,5 | \|\|\|\| \|\|\| 7 | o,595 | o,9227 | o,7257 .. o,8212 | o,o955 | o,5126 |
| $I_9$ 8,5 | ..9,5 | \|\|\|\| 5 | o,9227 | 1,25o3 | o,8212 .. o,8944 | o,o732 | o,5847 |
| $I_{1o}$ 9,5 | .. + | \|\|\|\| \|\|\|\| 1o | 1,25o3 | + | o,8944 .. 1 | o,1o56 | o,oo18 |
| | | 96 | | | | 1,ooo | 6,8263 |

Mittelwert: 5,6836

Standardab.: 3,o523

$X^2$ = 6,8263

$\alpha$ = 1%, C'' = 2o,o9

Cl Urin Herbst 5+6z

| Intervalle $x_1$ | $x_2$ | $b_i$ | $\frac{x-\bar{x}}{\delta}$ | | $F(x)=\phi(\frac{x-\bar{x}}{\delta})$ | | $P_j$ | $\frac{(b_j-e_j)^2}{e_j}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $I_1$ | ..2,51 | 21 | - | -1,2004 | 0 | .. 0,1151 | 0,1151 | 6,1236 |
| $I_2$ | 2,51..3,87 | 36 | -1,2004 | -0,7225 | 0,1151 | .. 0,2358 | 0,1207 | 41,2641 |
| $I_3$ | 3,87..5,23 | 32 | -0,7225 | -0,2446 | 0,2358 | .. 0,4052 | 0,1694 | 10,6198 |
| $I_4$ | 5,23..6,59 | 36 | -0,2446 | 0,2332 | 0,4052 | .. 0,5910 | 0,1858 | 13,0697 |
| $I_5$ | 6,59..7,95 | 38 | 0,2332 | 0,7111 | 0,5910 | .. 0,7611 | 0,1701 | 21,5383 |
| $I_6$ | 7,95..9,31 | 25 | 0,7111 | 1,189 | 0,7611 | .. 0,8830 | 0,1219 | 10,9606 |
| $I_7$ | 9,31..10,67 | 11 | 1,189 | 1,6669 | 0,8830 | .. 0,9525 | 0,0695 | 1,7075 |
| $I_8$ | 10,67..+ | 9 | 1,6669 | + | 0,9525 | .. 1 | 0,0475 | 3,0195 |
| | | 208 | | | | | 1,0000 | 108,3031 |

Mittelwert : 5,9262

Standardab.: 2,8458

$X^2$ = 108,3031

$\alpha$ = 1%, C = 18,48

C1 Urin Herbst/Frühjahr 3A

| | Intervalle $x_1$ | $x_2$ | $b_i$ | | $\frac{x-\bar{x}}{\delta}$ | | $F(x)=\phi(\frac{x-\bar{x}}{\delta})$ | | $P_j$ | $\frac{(b_j-e_j)^2}{e_j}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $I_1$ | - | .. 2,3o | 𝍸 | 5 | - | -1,231945 | o | ..o,1o93 | o,1o93 | 3,8327 |
| $I_2$ | 2,3o | .. 3,4o | 𝍸 \|\|\|\| | 9 | -1,231945 | -o,82124 | o,1o93 | ..o,2o61 | o,o968 | o,1779 |
| $I_3$ | 3,4o | .. 4,5o | 𝍸 \| | 6 | -o,82124 | -o,41o535 | o,2o61 | ..o,34o9 | o,1348 | 4,9195 |
| $I_4$ | 4,5o | .. 5,6o | 𝍸 \|\|\| | 8 | -o,41o535 | o,ooo169 | o,34o9 | ..o,5 | o,1591 | 4,7831 |
| $I_5$ | 5,6o | ..6,7o | 𝍸 𝍸 \| | 15 | o,ooo169 | o,41o874 | o,5 | ..o,6591 | o,1591 | o,24o5 |
| $I_6$ | 6,7o | .. 7,8o | 𝍸 \| | 6 | o,41o874 | o,821579 | o,6591 | ..o,7939 | o,1348 | 4,9195 |
| $I_7$ | 7,8o | .. 8,9o | 𝍸 | 5 | o,821579 | 1,232284 | o,7939 | ..o,89o7 | o,o968 | 2,7712 |
| $I_8$ | 8,9o | .. + | 𝍸 \| | 6 | 1,232284 | + | o,89o7 | .. 1 | o,1o93 | 2,7733 |
| | | | | 6o | | | | | 1,oooo | 24,4177 |

Mittelwert :5,599546

Standardab.:2,678322

$X^2$ = 24,4177

$\alpha$ = 1%, C= 18,48

Cl Urin Herbst/Frühjahr 5+6z

| Intervalle $x_1$ | $x_2$ | $b_i$ | $\frac{x-\bar{x}}{\sigma}$ | | $F(x)=\phi(\frac{x-\bar{x}}{\sigma})$ | | $P_j$ | $\frac{(b_j-e_j)^2}{e_j}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $I_1$ - | ..1,15 | 5 | - | -1,600057 | o | ..o,0548 | o,0548 | 5,335289 |
| $I_2$ 1,15 | ..2,51 | 27 | -1,600057 | -1,122611 | o,0548 | ..o,1314 | o,0766 | 3,530475 |
| $I_3$ 2,51 | ..3,87 | 41 | -1,122611 | -o,645165 | o,1314 | ..o,2578 | o,1264 | 3,155581 |
| $I_4$ 3,87 | ..5,23 | 41 | -o,645165 | -o,167720 | o,2578 | ..o,4325 | o,1747 | o,090872 |
| $I_5$ 5,23 | ..6,59 | 41 | -o,167720 | o,309725 | o,4325 | ..o,6217 | o,1892 | o,660183 |
| $I_6$ 6,59 | ..7,95 | 43 | o,309725 | o,787171 | o,6217 | ..o,7852 | o,1635 | o,19201 |
| $I_7$ 7,95 | ..9,31 | 27 | o,787171 | 1,264617 | o,7852 | ..o,8962 | o,111 | o,003429 |
| $I_8$ 9,31 | .1o,67 | 12 | 1,264617 | 1,742063 | o,8962 | ..o,9591 | o,0629 | o,779693 |
| $I_9$ 1o,67 | .. + | 9 | 1,742063 | + | o,9591 | .. 1 | o,0409 | o,111969 |
| | | 246 | | | | | 1,0000 | 13,859501 |

Mittelwert :5,707749

Standardab.:2,848491

$X^2$ = 13,859501

$\alpha$ = 1%,C = 2o,09

Cl Urin Herbst/Frühjahr 1+2+6

| Intervalle $x_1$ | $x_2$ | $b_i$ | $\frac{x-\bar{x}}{\delta}$ | | $F(x)=\phi(\frac{x-\bar{x}}{\delta})$ | | $P_j$ | $\frac{(b_j-e_j)^2}{e_j}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $I_1$ - | ..1,5 | \|\|\|\|\| \|\| 7 | - | -1,2936 | o | ..o,o985 | o,o985 | 1,3573 |
| $I_2$ 1,5 | ..2,5 | \|\|\|\|\| \|\|\|\| 14 | -1,2936 | -o,9612 | o,o985 | ..o,1685 | o,o7 | 5,1545 |
| $I_3$ 2,5 | ..3,5 | \|\|\|\|\| \|\|\|\| 14 | -o,9612 | -o,6289 | o,1685 | ..o,2643 | o,o958 | 1,1373 |
| $I_4$ 3,5 | ..4,5 | \|\|\|\|\| \|\| 1o | -o,6289 | -o,2968 | o,2643 | ..o,3821 | o,1178 | o,6752 |
| $I_5$ 4,5 | ..5,5 | \|\|\|\|\| \|\|\|\|\| 15 | -o,2968 | o,o357 | o,3821 | ..o,516o | o,1339 | o,oo49 |
| $I_6$ 5,5 | ..6,5 | \|\|\|\|\| \|\|\| 12 | o,o357 | o,3681 | o,516o | ..o,6443 | o,1283 | o,3163 |
| $I_7$ 6,5 | ..7,5 | \|\|\|\|\| \|\|\|\| 16 | o,3681 | o,7oo4 | o,6443 | ..o,758o | o,1137 | o,9755 |
| $I_8$ 7,5 | ..8,5 | \|\|\|\|\| \|\| 7 | o,7oo4 | 1,o328 | o,758o | ..o,8485 | o,o9o5 | o,8771 |
| $I_9$ 8,5 | ..9,5 | \|\|\|\|\| 5 | 1,o328 | 1,3651 | o,8485 | ..o,9147 | o,o662 | o,7151 |
| $I_{10}$ 9,5 | ..+ | \|\|\|\|\| \|\|\|\| 1o | 1,3651 | + | o,9147 | .. 1 | o,o853 | o,o4o5 |
| | | 11o | | | | | 1,oooo | 11,2537 |

Mittelwert :5,3924

Standardab.:3,oo89

$X^2$= 11,2537

$\alpha$ = 1%, C=21,67

Cl Urin Herbst/Frühjahr 4

| Intervalle $x_1$ | $x_2$ | $b_i$ | $\frac{x-\bar{x}}{\sigma}$ | | $F(x)=\phi(\frac{x-\bar{x}}{\sigma})$ | $P_j$ | $(\frac{b_j-e_j}{e_j})^2$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $I_1$ - | ..1,4o | 7 | - | -1,627505 | o ..o,o516 | o,o516 | o,o7o749 |
| $I_2$ 1,4o | ..2,66 | 7 | -1,627505 | -1,181364 | o,o516..o,119o | o,o674 | o,956686 |
| $I_3$ 2,66 | ..3,92 | 25 | -1,181364 | -o,735222 | o,119o..o,2296 | o,11o6 | 4,263297 |
| $I_4$ 3,92 | ..5,18 | 27 | -o,735222 | -o,289o81 | o,2296..o,3859 | o,1563 | o,539o49 |
| $I_5$ 5,18 | ..6,44 | 22 | -o,289o81 | o,157o59 | o,3859..o,5636 | o,1777 | o,812944 |
| $I_6$ 6,44 | ..7,7o | 26 | o,157o59 | o,6o32o1 | o,5636..o,7257 | o,1621 | o,116768 |
| $I_7$ 7,7o | ..8,96 | 12 | o,6o32o1 | 1,o49342 | o,7257..o,8531 | o,1274 | 2,645321 |
| $I_8$ 8,96 | .1o,22 | 11 | 1,o49342 | 1,495483 | o,8531,.o,9332 | o,o8o1 | o,o85744 |
| $I_9$ 1o,22 | .11,48 | 7 | 1,495483 | 1,941625 | o,9332..o,9738 | o,o4o6 | o,135977 |
| $I_{1o}$ 11,48 | . + | 6 | 1,941625 | + | o,9738.. 1 | o,o262 | 1,o9o3o5 |
| | | 15o | | | | 1,oooo | 1o,71684 |

Mittelwert :5,996429

Standardab.:2,824217

$X^2$ = 1o,71684

$\alpha$ = 1%,C = 21,67

Cl Urin Frühjahr 5+6z

| Intervalle $x_1$ | $x_2$ | $b_i$ | $\frac{x-\bar{x}}{\sigma}$ | | $F(x)=\phi(\frac{x-\bar{x}}{\sigma})$ | | $P_j$ | $(\frac{b_j-e_j}{e_j})^2$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $I_1$ - | .. 2,51 | \|\|\|\| \|\| 11 | - | -o,7745 | o | ..o,22o6 | o,22o6 | o,8171 |
| $I_2$ 2,51 | ..3,87 | \|\|\|\| 5 | -o,7745 | -o,2482 | o,22o6 | ..o,4o13 | o,18o7 | o,5o74 |
| $I_3$ 3,87 | .. 5,23 | \|\|\|\| \|\|\|\| 9 | -o,2482 | o,2779 | o,4o13 | ..o,61o3 | o,2o9 | o,14o9 |
| $I_4$ 5,23 | .. 6,59 | \|\|\|\| 5 | o,2779 | o,8o41 | o,61o3 | ..o,7881 | o,1778 | o,4565 |
| $I_5$ 6,59 | .. + | \|\|\|\| \|\| 8 | o,8o41 | + | o,7881 | .. 1 | o,2119 | o,0003 |
| | | 38 | | | | | 1,0000 | 1,9222 |

Mittelwert : 4,5117

Standardab.: 2,5844

$X^2$ = 1,9222

$\alpha$ =1%,C= 13,28

Cl Urin Frühjahr 4

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $I_1$ - | ..2,66 | \|\|\|\| \|\|\| 8 | - | -o,9392 | o | ..o,1736 | o,1736 | o,0383 |
| $I_2$ 2,66 | ..3,92 | \|\|\|\| 5 | -o,9392 | -o,4o98 | o,1736 | ..o,34o9 | o,1673 | o,669 |
| $I_3$ 3,92 | ..5,18 | \|\|\|\| \|\|\|\| \| 11 | -o,4o98 | o,1195 | o,34o9 | ..o,5478 | o,2o69 | o,4972 |
| $I_4$ 5,18 | ..6,44 | \|\|\|\| \|\|\| 8 | o,1195 | o,6489 | o,5478 | ..o,7422 | o,1944 | o,o154 |
| $I_5$ 6,44 | ..7,7o | \|\|\|\| \| 6 | o,6489 | 1,1783 | o,7422 | ..o,881 | o,1388 | o,0001 |
| $I_6$ 7,7o | .. + | \|\|\|\| 5 | 1,1783 | + | o,881 | .. 1 | o,119 | o,0026 |
| | | 43 | | | | | 1,000 | 1,2226 |

MW.:4,8954

Stabw.:2,38o1

$X^2$=1,2226

$\alpha$ =1%,C=15,o9

Herrn Prof.Dr.F.Schedel danke ich für die freundliche Überlassung des Themas und die Möglichkeit,im Städtischen Krankenhaus Passau meine Untersuchungen durchführen zu können.

# Lebenslauf

Am 27.1o.1941 wurde ich in Gleiwitz als Sohn des Bankangestellten Guido Jaensch und seiner Ehefrau Hildegard,geb. Bösel,geboren.Im Juli 1941 ist mein Vater in der Nähe von Moskau,in Sarchkowo,gefallen.Bis zu unserer Flucht 1945 nach Blecher bei Altenberg in NRW wohnten wir in Neustadt (Oberschlesien).

In Altenberg besuchte ich die Volksschule von 1948-1951 und anschließend die Volksschule "Buchmühle" in Berg. Gladbach und wurde 1953 in die Realschule Berg.Gladbach eingeschult,die ich 1959 erfolgreich abschloß.Daraufhin besuchte ich das naturwissenschaftliche,mathematische Carl-Duisberg-Gymnasium in Leverkusen,an dem ich 1963 die Reifeprüfung ablegte.

Vom Sommersemester 1963 ab studierte ich Zahnheilkunde an der Universität in München.Am 29.4.1966 bestand ich das Physikum und am 5.3.1969 das Staatsexamen.

Seit dem 2.5.1969 arbeite ich als Assistent an der prothetischen Abteilung der Universitätszahnklinik in München.